Cucurbitaria Laburni

auf

Cytisus Laburnum.

Inaugural-Dissertation

der

Hohen Staatswirthschaftlichen Facultät der Universität München

zur

Erlangung der Doctorwürde

vorgelegt

von

Karl, Freiherr von Tubeuf,

functionirender Assistent der Botanik an der forstlichen Versuchsanstalt München.

Cassel.

Verlag von Theodor Fischer.

1886.

Cucurbitaria Laburni

auf

Cytisus Laburnum.

Inaugural-Dissertation

der

Hohen Staatswirthschaftlichen Facultät der Universität München

zur

Erlangung der Doctorwürde

vorgelegt

von

Karl, Freiherr von Tubeuf,

functionirender Assistent der Botanik an der forstlichen Versuchsanstalt München.

Cassel.

Verlag von Theodor Fischer.

1886.

Separat-Abdruck

aus dem

„Botanischen Centralblatt“. Band XXVI/XXVII. 1886.

Inhalt.

Seite

Vorwort 1
Verzeichniss der Literatur und Exsiccaten 2
Habitus der vom Pilz befallenen Pflanzen 2
Fruchtformen, soweit sie mit blossem Auge unterscheidbar sind . . . 3
Mikroskopische Betrachtung der verschiedenen Fruchtformen 3
Zusammenstellung der Fructificationsformen von Cucurbitaria Laburni . 7
Besprechung der in der Litteratur gemachten Angaben über Cucurbitaria Laburni 7
Entstehungszeit der Fruchtformen 9
Sporenentleerung aus den Asken und den Perithecien 9
Künstliche Culturen der Sporen und Pyknogonidien 11
Anatomie des normalen Holzes von Cytisus Laburnum 13
Verbreitung des Mycels in den Holzorganen 14
Chemische Beschaffenheit der gebräunten Holztheile 15
Wundkorkbildungen 20
Einzelne Fälle der Wundkorkbildungen 21
Bildung neuer Gefässbündel 22
Kork im normalem Holze 22
Betrachtung der neuen Gefässbündel 22
Ergebniss der Infectionen 26
Verlauf natürlicher Infectionen 26
Qualität des Parasitismus 28
Verbreitung der Cucurbitaria Laburni 31
Maassregeln gegen die Beschädigungen bei Hagelschlag und Infection der Cucurbitaria Laburni 31
Anhang: Ein auf Cytisus Laburnum vorkommendes Fusidium und Cucurbitaria Sorbi auf Sorbus Aucuparia 32
Erklärung der Tafeln 34

Meinem hochverehrten Lehrer Herrn Professor Dr. R. Hartig, unter dessen gütiger Leitung ich die vorliegende Arbeit im Botanischen Laboratorium der forstlichen Versuchsanstalt ausführte, spreche ich den wärmsten und aufrichtigsten Dank ganz ergebenst aus.

Vorwort.

Cucurbitaria Laburni abermals als Gegenstand einer Untersuchung zu finden, möchte den vielleicht befremden, der sich an die Prachttafeln und Beschreibung dieser Cucurbitaria in Tulasne's grossem Werke „Selecta Fungorum Carpologia. Paris 1863." erinnert, oder der in de Bary's neuester Auflage der „Vergleichenden Morphologie und Biologie der Pilze. 1884." gerade Cucurbitaria Laburni als häufiges Beispiel an verschiedenen Stellen aufgeführt findet, und im selben Buche p. 269 die Angaben Tulasne's in einer übersichtlichen Zusammenstellung citirt weiss. Dass trotz dieser vorliegenden Arbeiten, anderer in Tulasne II. 215 citirten nicht zu gedenken, ich es für gut hielt, gerade Cucurbitaria Laburni einer abermaligen Untersuchung zu unterziehen, hatte folgende Gründe:

Die höchst auffallende und interessante Pleomorphie in der Fruchtbildung bedurfte einer Bestätigung und etwaigen Correction.

Ausser der Carpologie aber ist von jedem Pilze zu seiner vollendeten Kenntniss nöthig die Untersuchung seiner Physiologie und speciell der Biologie.

Dieser war noch gar keine Beachtung zu Theil geworden und doch war zu erwarten, dass sie nicht uninteressanter sei als die anderer schon bekannter Pyrenomyceten.

Weiter als bis zur Keimung der verschiedenen Sporen war Tulasne nicht gegangen, und gerade ihre Weiterentwicklung hat sich als besonders interessant bei der Untersuchung erwiesen. Ferner war mir die Vermuthung gekommen, dass nicht, wie bisher allgemein angenommen, die Cucurbitaria Laburni ein harmloser Saprophyt todter Rinde ist, sondern dass wir es hier vielmehr mit einem seinen Wirth schädigenden Pilze zu thun haben, dessen Mycel im Holze wuchert und weit entfernt von den auf todter Rinde fructificirenden Theilen im Stamm auf- und abwärts verbreitet ist.

Im Laufe der Untersuchung ergab sich noch eine bemerkenswerthe Neubildung von Holzbündeln ausserhalb des geschlossenen Holzkörpers, veranlasst durch pathologische Einflüsse des Pilzes.

Die Wirthspflanze Cytisus Laburnum ist eine unserer verbreitetsten Zierpflanzen in Gärten und Anlagen. Auf ihre forstliche Bedeutung wurde erst in jüngster Zeit von Herrn Oberförster Frömbling (Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen von Dr. Dankelmann. Heft II. Februar 1886) hingewiesen.

Sie ist einheimisch in den Gebirgswaldungen des südöstlichen Europas und in den Alpen.

Verzeichniss der Litteratur und Exsiccaten.

Vorausschicken will ich ein Verzeichniss der Litteratur und der Exsiccaten, die theils bei verschiedenen Autoren notirt sind, grossentheils von mir eingesehen wurden. Tulasne: Selecta Fungorum Carpologia. II. p. 215. Parisiis 1863. An dieser Stelle findet sich das der Einfachheit halber hier wörtlich wiedergegebene Verzeichniss wie folgt: „Sphaeria Laburni a Persoonio. Observ. Mycol. parte I. p. 68. n. 125. Syn. Fungor. p. 50. n. 93. — Frieseo Scleromyc. Sueciae. fasc. I. 1819. n. 34; Syst. Myc. t. II. p. 413. n. 204; Summ. Veget. Scand. p. 390. n. 66. — Moug et Nestl. Stirp Vag. Rhen. fasc. IX. 1826. n. 873. — Mazerio Pl. crypt. Galliae ed. alt. fasc. I. 1836. n. 40. — Tulasne in Act. hebdom. Acad. Sc. par t. XXXII. 1851. p. 472—474. nec non in Ann. Sc. nat. ser. III. t. XV. p. 377 et 380; ser. IV. t. VI. 1856. p. 312. — Rossmannio in Rabenhorstii Herb. Mycol. ed. alt. fasc. I. 1855. n. 42. — Frid. Currey in Comment. Soc. Linn. London. t. XXII. parte III. 1858. p. 282. n. 180. tab. XLIX. fig. 79. — Berk. Outl. of Brit. Fung. p. 396. n. 66 (inter erumpentes caespitosas). Cucurbitaria Laburni Cesatio et Notarisio in Actis. Soc. Cryptog. Italae. fasc. IV. 1863. p. 214.“ Soweit die Angaben bei Tulasne. Andere Angaben finden sich bei: Dr. L. Rabenhorst, Deutschlands Kryptogamen-Flora. p. 202. 1844. Pers. syn. 50. Alb. et Schw. consp. No. 74. Link, Handbuch. III. 360. Wallr. I. 840. Nees syst. F. 325. Dann L. Fuckel, Symbolae Mycologicae. 1869. p. 175, ferner Dr. L. Rabenhorst, Kryptogamen-Flora. Bd. I. Abth. 2. Pilze, von Dr. G. Winter. 1885. p. 320.

Dazu noch an weiteren Exsiccaten: Fuckel, Fungi rhen. 539, 965, 2250. Bad. Krypt. 830. Kunze, Fungi selecti. 104. Rabenhorst, Fungi europ. 1014. Rhem, Ascom. 146. Thümen, Fungi austr. 489, Mycoth. 272, Schweiz. Krypt. 109, Mycoth. march. 162.

Eine eingehende Besprechung der wichtigeren Litteratur und Exsiccaten folgt an späterer Stelle.

Habitus der vom Pilz befallenen Pflanzen.

In dem Garten eines hiesigen Kunstgärtners befindet sich eine 100 Fuss lange und 10 Fuss breite Pflanzung von Cytisus Laburnum L. Die Pflanzen sind 2 bis 3 m hoch, 3 bis 4- und mehrjährig und fast alle befallen von Cucurbitaria Laburni Pers.

Ein Theil der Stämmchen ist schon ganz abgestorben und zeigt gelbe Rinde und schwarze Aeste, die vom Winde meist schon stückweise abgebrochen sind. Schwarz sind sie durch die schwarzen Fruchtpolster unter dem Periderm, mehr noch durch die dichtgedrängten Fruchthäufchen, welche die Korkhaut bereits durchbrochen haben.

Ein anderer Theil der Pflanzen ist noch am Leben, zeigt grüne Rinde und junge frische Triebe mit gesunden Knospen. Jedoch sind einige Aeste auch schon schwarz und mit Früchten besäet, und an der grünen Rinde treten gelbe Stellen todter Rinde auf von bis 60 cm Länge, die oft halb um den Stamm herumgreifen.

Ausserdem finden sich noch gesunde Exemplare von Goldregen vor. Die befallenen Pflanzen gewähren einen eigenthümlichen Anblick dadurch, dass sich zahlreiche schlafende Augen an der Basis der getödteten Aeste nun zu Zweigen entwickelten. Es entsteht so der Zustand, welchen Frank*) allgemein Polykladie nennt.

Fruchtformen, soweit sie mit blossem Auge unterscheidbar sind.

Betrachten wir zunächst die kranken Stellen an lebenden Stämmen, so zeigen sich hier in der Rinde unter dem 8- bis 10-zelligen Periderm dieses, allmählich aufplatzend gelbe und schwarze Pusteln und ebensolche schon durchgebrochene. Viele derselben fallen dadurch auf, dass sich aus ihnen rothe, gewundene, wurstähnliche Ranken erheben.

Diese Erscheinungen zeigen sich auch noch an den unteren Theilen der todten Aeste. An diesen finden wir das Periderm meist schon durchbrochen und die so entstandenen Oeffnungen erfüllt mit einer bis vielen kugeligen dunkelgrauen bis schwarzen Früchten. Die Früchte unterscheiden sich wieder in sehr grosse, glatte, runde, hellere mit rundem Porus, dann in solche, welche unter der Lupe mehr warzig erscheinen und eingesunkene Mündung haben, und in kleinere bis gleich grosse mit zugespitzter Mündung. An rindelosen Stellen finden sich dazu noch, nur mit scharfer Lupe deutlich erkenntlich, runde bis eiförmige, dunkle Fruchtkörper. Die ganze Rinde der feineren Zweige ist häufig fein punktförmig durchbrochen durch unendlich viele aus dem Periderm hervorgebrochene winzige Pykniden, die mit blossem Auge kaum gesehen werden.

Mikroskopische Betrachtung der verschiedenen Fruchtformen.

Schnitte durch die gelben Pusteln (gelb, durch das von der Rinde losgetrennte, durchscheinende Periderm) zeigen unter der Korkhaut ein rothes Stroma von pseudoparenchymatischem Hyphengewebe, welches die Korkhaut allmählich zersprengt.

Wenn dieses Stroma an einer Stelle nicht mehr dicht dem Periderm anliegt oder es schon durchbrochen hat, bildet es schwach verkehrt-keulige und oft verästelte Gonidienträger. Diese schnüren in grossen Massen hyaline, winzige, oval bis cylindrische Gonidien ab, die im Wasser anfangs lebhafte Molecularbewegung zeigen. Das Innere des Stroma's bildet häufig verworrene Gänge, welche mit Gonidienträgern ausgekleidet sind, die wieder massenhaft Gonidien abschnüren.

Es entsteht allmählich eine ganze Anzahl kugeliger oder eiförmig und anders gestalteter Höhlungen im Stroma, ausgekleidet mit Gonidienträgern. Die Peripherie dieser Hohlkörper wird später dunkel, und man kann dann vielleicht von pyknidenartigen

*) Frank, Die Krankheiten der Pflanzen. 1880.

Bildungen sprechen. Die rothe Farbe verliert sich und Hyphen, Gonidienträger wie Gonidien erscheinen wasserhell.

Späterhin entstehen kleinere, vollkommene Pykniden mit grob pseudoparenchymatischer Peridie mit denselben Gonidienträgern und Gonidien. Sie lassen ihre Gonidien als rothe Ranken aus ihrem runden Porus heraustreten. Zuweilen fand ich sie den Pykniden, welche mauerförmig zusammengesetzte Gonidien produciren, direct aufsitzend.

Andere entstehen frei auf, z. B. vom Hagelschlage blosgelegtem, Holze. An entrindeten Stücken entstanden im Fruchtraume dieselben Pykniden mit schwacher Peridie, ebenfalls Ranken von Gonidien entsendend, mit dichtem, weissen Hyphenfilz umgeben. Andere Schnitte durch die gelben Pusteln zeigen entwickeltere Zustände. Das ausgebreitete Pseudoparenchym ist nicht mehr zu sehen, sondern nur rothe Pykniden mit mehr oder weniger ausgeprägter Peridie. Die Dimensionen dieser ersten Pyknidenformen sind folgende:

Das Stroma hat einen oberflächlichen ungefähren Kreisdurchmesser von 1 bis 2 mm.

Die Gonidienträger haben eine Länge von ca. 10 μ; die Gonidien sind ca. 2,05 μ lang und etwa halb so breit.

Die kleinen Pykniden sind 16 μ in der langen Achse, 1 μ in der kurzen gross. Die Ranken erheben sich bis 1 cm aus den Pykniden.

Ihnen anliegend finden sich unentwickelte Perithecien mit jungen Asken, oder wir finden braunschwarze Pykniden mit braungrauen, mauerförmig zusammengesetzten Gonidien oder ähnliche Pykniden mit einzelligen, kugeligen, braunen (grauen) Gonidien.

Noch weiter entwickelte Zustände zeigen die schwarzen Pusteln, deren Farbe von den bereits dunkeln Peridien und dem verschwundenen Stroma kommt. Die grossen Fruchtpolster auf den todten Zweigen endlich lassen bei mikroskopischer Betrachtung Perithecien erkennen mit eingesenkter Mündung und warzigem Aeusseren, ganz grosse Pykniden oftmals in der Mitte des Rasens hervorragend, glatt, braun und voll mauerförmig zusammengesetzten Gonidien, ferner spitzmundige Pykniden mit denselben Gonidien. Alle drei Formen kommen auch allein ohne die anderen in grösseren Partien vor. Auch kommen sie schon vor an den kranken Rindeflecken lebender Aeste.

Die Perithecien haben eine grobe, pseudoparenchymatische, dunkle Peridie. Die Mündung ist deutlich eingesenkt. Die Peridie ist nach aussen warzig rauh. Der Kern wird gebildet von langen, kräftigen, fadenförmigen, oft verzweigten Paraphysen, zwischen die die langen cylindrischen, am Ende stets abgerundeten Asken einwachsen. Diese sitzen lampenfussartig auf der Sohle der Perithecien.

Ueber den bei Cucurbitaria Laburni etwas über der Mitte des Askus liegenden primären Kern und die Entstehung der 8 Sporen siehe de Bary l. c. p. 82 und 84. Die Asken führen im normalen Zustande 8 Sporen und nicht mehr. Es finden sich

jedoch viele Asken mit 6, 4, 2 Sporen. Ausser den Asken mit reifen, dunkel gefärbten Sporengruppen finden sich solche, welche ausser einer Anzahl reifer Sporengruppen auch noch unfertige, hyaline Sporen enthalten, die sich in manchen Fällen noch zu dunkeln Sporengruppen entwickeln können, in den meisten Fällen aber auf niederer Entwicklungsstufe stehen bleiben und als solche nicht keimungsfähige Zellen mit den reifen Sporen aus den Schläuchen entleert werden. Diese hyalin und zurückgebliebenen Sporen können im Askus zu unterst zwischen den reifen Sporengruppen oder zu oberst vorkommen. Sie sind meist einzellig oder zweizählig zusammengesetzt geblieben.

Die Sporen der Cucurbitarien gehören zu jenen, deren Terminologie de Bary besonders eingehend bespricht (l. c. p. 106). Es sind im Askus zuerst nur Zellkerne (die wieder aus dem primären entstanden) zu sehen, dann gruppiren sich um diese Plasmaklumpen, und bald finden wir einfache Sporen. Diese Sporen erhalten alsbald eine die Mutterspore einschnürende Querwand; die neuen Sporen sind stumpfspitzig zulaufend. Jede neue Spore kann nun wieder eine Quer- oder Längswand bekommen, und während wir anfangs 2, 4, 6, 8 Sporen hatten, haben wir nun zusammengesetzte Sporen oder eben so viele Sporengruppen-Bündel, Sporidesmen.

Die Einzelsporen dieser Sporidesmen sind in ihrer Entwicklung ebenso unabhängig von einander, wie es die primären Sporen und die verschiedenen Sporidesmen von einander sind. Wir finden daher ausser den normalen Sporidesmen, bei denen die Sporen sich alle ziemlich ähnlich sind, solche, bei denen die unter der ersten Scheidewand liegenden Sporen grösser oder auch kleiner sind als die darüberliegenden, indem sich aus den zwei ersten Theilsporen nicht gleich viele Sporen entwickelten. Die mauerförmig zusammengesetzten Sporidesmen liegen im Askus einreihig und zwar in jüngeren Stadien schief, so, dass das hintere Ende der oberen Spore an dem vorderen der unteren Spore schief anliegt; später liegen die Sporengruppen in einer Reihe genau hinter einander im Schlauche. Die reifenden Sporidesmen verlieren mehr oder weniger die durch die erste Querwand erzeugte Einschnürung, die einzelnen Sporen runden sich mehr ab, sie bekommen eine graubraune Farbe.

In diesem Zustande sind sie schwer zu unterscheiden von den Sporen der folgenden Pyknidenformen, welche auch Sporidesmen erzeugen.

Die Dimensionen der Perithecien sind:

Länge des Peritheciums	523 μ
grösste Breite	407 μ
Asken-Länge	121 μ
Asken-Breite	21 μ
Sporidesmen-Länge	28—36 μ
Breite	14 μ

Die sehr grossen, glatten, hellen Pykniden mit mauerförmig zusammengesetzten Gonidien und nach aussen sich ohne Einsenkung öffnendem Porus, unterscheiden sich von den viel kleineren, dunkeln

Pykniden mit eben solchen mauerförmig zusammengesetzten Gonidien ausser durch die eben hervorgehobenen Kennzeichen, besonders durch die nach aussen zugespitzte Mündung der letzteren.

Die Dimensionen der grossen Pykniden sind:

Pyknide im Durchmesser	507 μ
Gonidiengruppe Länge	20 μ
Gonidiengruppe Breite	8 μ

Die Dimensionen der kleineren Pykniden sind:

Pyknide im Durchmesser	370 μ
Gonidien wie vorstehend.	

Bei beiden Pykniden entstehen aus den innersten Zellen (also ohne besondere Gonidienträger) der groben, dunkeln pseudoparenchymatischen Peridie die weissen, einzelligen Gonidien, welche oval bis cylindrisch mit abgerundeten Enden sind. Sie theilen sich zuerst durch eine Querwand aber ohne tiefere Einschnürung wie die Askensporen, dann werden sie durch weitere Quer- und Längswände mauerförmig zusammengesetzt, wobei jedoch immer die ganze Zellen- (Gonidien-) Gruppe einen an beiden Enden abgerundeten Cylinder darstellt. Es kommt vor, dass die zuerst entstehenden Muttergonidien statt länglich eiförmig mehr kugelig ausfallen. Sind die Pykniden reif, so ist ihr Inneres erfüllt von braungrauen Gonidiengruppen, welche von einem Kreise (einer Hohlkugel) jüngerer, farbloser, zellenärmerer Gonidienbündel umgeben sind.

Neben dem rothen Stroma und den Pykniden mit weissen Gonidien (No. 1) finden sich, wie ich oben anführte, auch noch andere (No. 2) Pykniden, nämlich solche mit dunkler, pseudoparenchymatischer, grobmaschiger Peridie, im Vergleich zu den Pyknidengängen im Stroma ziemlich klein, kugelig. Diese Pyknide producirt ohne besondere Gonidienträger runde, einzellige, anfangs weisse bald graubraun werdende Gonidien. Ausser mit dem Stroma zusammen kommen diese Pykniden in grossen Mengen selbständig auf Zweigen vor, deren Periderm sie punktförmig (stichförmig) durchstechen.

Die Dimensionen dieser Pyknide sind:

Pyknide im Durchmesser	140 μ
Gonidie im Durchmesser	2 μ

Zu diesen Fruchtformen gesellt sich noch eine Pyknide, welche als Diplodia Cytisi Awd. bekannt ist.

Diese Pyknide durchbricht wie die anderen die Korkhaut der Zweige. Sie hat eine grobpseudoparenchymatische Peridie, producirt ohne besondere Gonidienträger Gonidien, welche dunkel graubraun gefärbt und zweizählig zusammengesetzt sind. Diese Form fand ich nicht trotz des reichlichen, von mir untersuchten Materials. Herr Dr. Peter, Custos am königl. botanischen Garten und Privatdocent der Universität München hatte die Güte, mir dieselbe zur Untersuchung zu überlassen.

Die Dimensionen dieser Pyknide sind folgende:

Pyknide im Durchmesser	360 μ
Gonidien-Länge	20 μ
Gonidien-Breite	8—10 μ

Wenn wir nun die eben beschriebenen Fructificationsformen kurz zusammenfassen, bekommen wir etwa die folgende Zusammenstellung, welcher ich die übersichtliche Tabelle, die de Bary nach den Angaben Tulasne's machte, vergleichend gegenüberstelle.

Zusammenstellung der Fructificationsformen von Cucurbitaria Laburni.

A. Pykniden.
1. Weisse, kleine, einzellige Gonidien auf langen Trägern.
   a. Frei auf dem Stroma.
   b. Eingeschlossen in Höhlen des Stroma.
      α. Dieselben sind noch nicht pyknidenartig.
      β. Dieselben werden peripherisch dicht und dunkel.
   c. In dunkeln, freien Pykniden mit grobpseudoparenchymatischer Peridie.
2. Braune, einzellige, runde Gonidien in kleinen, braunen Pykniden.
3. Braune, mauerförmig zusammengesetzte Gonidien.
   a. In braunen, sehr grossen, glatten Pykniden.
   b. In dunkleren, kleineren Pykniden mit spitzem Munde.
4. Braune, zweizählig zusammengesetzte Gonidien in kleinen, dunkeln Pykniden.

B. Perithecien.
5. Ascussporen braun, mauerförmig zusammengesetzt in meist dunkeln Perithecien mit fast immer eingesenktem Porus.

Zusammenstellung de Bary's nach Tulasne der ungefähren zeitlichen und centrifugalen Succession nach geordnet.

1. In der Mitte des Stroma eine oder einige relativ grosse, farblose Pykniden, ebenfalls farblose, zarte, unseptirte, cylindrisch ovale, 5 bis 10 μ lange Sporen auf kurzen Trägern bildend.
2. Zahlreiche Pykniden mit derben, schwarzen Wänden und auf kurzen Trägern abschnürend:
   a. farblose, an Grösse sehr ungleiche Sporen;
   b. mit schwarzbrauner Wand versehene, ungetheilte oder mit einer Querwand versehene, denen von 1 an Gestalt und Grösse ungefähr gleiche Sporen;
   c. ebenfalls braune, aber 20 bis 30 μ lange, 7 bis 10 μ breite vielzellig zusammengesetzte Sporen.

   Jede dieser Sporenformen kommt meist für sich allein in besonderer Pyknide vor, so dass also viererlei Pykniden zu unterscheiden sind; doch treten auch Combinationen besonders von a und c in einem Behälter auf.
3. Die Perithecien.

Für alle in den Pykniden erzeugten Sporenformen ist die Bildung von Keimschläuchen beobachtet. Andere Gonidienformen sind bei C. Laburni nicht gefunden.

Besprechung der in der Litteratur gemachten Angaben über Cucurbitaria Laburni.

Sehen wir an der Hand der Ergebnisse unserer Untersuchung die Angaben Tulasne's durch, so zeigt sich, dass die sogenannten weissen Pykniden Tulasne's die von mir besprochenen Bildungen im Stroma sind, die nicht auf kurzen, wie es Tulasne mit Wort

und Bild darstellt, sondern stets auf langen Trägern die kleinen weissröthlichen Gonidien abschnüren.

Die Pykniden und Perithecien sind meist schon äusserlich zu unterscheiden nach den angegebenen Merkmalen, sitzen meist bunt durcheinander im Polster oder treten einzeln auf. Die verschiedenen weissen Gonidienformen Tulasne's sind wohl immer nur unentwickelte Gonidien, die späterhin dunkel werden, worauf schon die von ihm angeführte Verschiedenheit der Gestalt und Grösse hinweist. Dabei ist nicht ausgeschlossen, dass die Gonidien auch auf einer niederen Entwicklungsstufe stehen bleiben können, wie ich das bei Askussporen beobachtete.

Die von Tulasne gezeichneten und als unscheinbar zweigetheilte, kleine, dunkle Stylosporen beschriebenen Gonidien sind synonym mit Diplodia Cytisi Awd. Seine mauerförmig getheilten Pyknogonidien und Askussporen stimmen mit den von mir beschriebenen überein, nur dass ich nicht annehme, dass verschiedene Gonidien in derselben Pyknide vorkommen. (Es kommen wohl auch beim Schneiden und Präpariren der benachbart stehenden Fruchtformen fremde Gonidien in die Eine oder Andere hinein.)

In de Bary's Zusammenstellung fällt meiner Untersuchung nach 2a weg, ebenso die „kurzen Träger" sub No. 2, wogegen sub No. 1 „lange Träger" stehen muss. 2b mag entsprechend modificirt werden: zweizählig zusammengesetzte, dunkle Gonidien, viel grösser als die sub 1 und kleiner als die sub 2c.

Tulasne führt cirri albi et nigri an (cirrus wörtlich gleich Haarlocke, hier Ranke). Wenn ich auch nicht beobachtete, dass die in meiner Zusammenstellung sub. 2 aufgeführten Gonidien rankenartig wie die sub 1 ausströmen, so ist es doch möglich, dass sie Tulasne mit cirri nigri meinte und die sub 1 mit cirri albi bezeichnete. Meine Vermuthung stützt sich darauf, dass Tulasne dieser Form keine weitere Erwähnung that, die sub No. 1 mehr oval zeichnete und die Ranken seiner Bezeichnung cirri albi nach zu schliessen nur im Wasser unter dem Mikroskop erhielt, während sie sich sonst gallertartig roth in die Luft erheben. In Wasser unter dem Deckglase werden aber die Gonidien sub 2 ebenfalls rankig und stossweise aus den Pykniden entleert und es dauert die Entleerung oft eine halbe Stunde lang. —

Nachdem ich nun die Untersuchungen Tulasne's besprochen habe, ist es vielleicht zweckmässig, auch gleich an dieser Stelle die übrigen wichtigeren Angaben, welche in der vorne angeführten Litteratur über Cucurbitaria Laburni gemacht sind, zu prüfen und richtig zu stellen.

Alle Tulasne vorhergehenden Angaben können übergangen werden.

Fuckel (Symbolae Mycologicae. p. 175 (1869) trennt die Fruchtformen in I. Fungus spermogonium (F. rh. 2256) indem er die von Tulasne angeführten Stylosporae albae (bei Fuckel „Stylosporis hyalinis") obwohl Tulasne die Keimungsstadien dieser Gonidie abbildete für Spermatien hielt und Tulasne's Pykniden als Spermogonien bezeichnet.

Es ist dies die Form No. A. 1c unserer Uebersicht.

II. Fungus pycnidium (syn. Diplodia Cytisi Awd. F. rh. 539) im Frühling. Diese Form ist No. 4 unserer Uebersicht und wurde von Tulasne im November und Dezember gesammelt.

III. Fungus ascophorus (F. rh. 965) im Winter. —

Die neueste Auflage der Kryptogamen-Flora Rabenhorst's (1885) beachtet weder die Untersuchungsergebnisse Tulasne's noch die 1884 erschienene Zusammenstellung derselben in de Bary's vergleichender Morphologie und Biologie der Pilze, sondern acceptirt nur die Angaben Fuckel's und citirt die drei in Fungi rhenani 539, 965 und 2256 ausgegebenen Fruchtformen, wie Fuckel die Pycnidenform Tulasne's als Spermogonienform bezeichnend. Die Bemerkung, dass die Sporen 5 bis 7 Querwände und 1 oder 2 oft unvollständige Längswände haben, ist insofern auffallend, als es natürlich ist, dass in den durch vorherige Quertheilungen entstandenen Tochterzellen die Längswandbildung selbständig vor sich gehen oder auch unterbleiben kann.

Zum Schlusse citire ich noch eine Notiz von W. Nylander in „Flora" Regensburg 1863. No. 21. „Notandum est Sphaeria Laburni Pers. in Finlandia meridionali sat frequenter mense Novembri et ineunte vere inveni ad ramulos dejectos Sorbi Aucupariae. Sporiae ei fuscescentes 5—7 septalae (et aliquoties longitudinaliter divisae) longit 0,023–0,034 m; crassit 0,010—14 m."

Hierzu habe ich zu berichten, dass ich auf Sorbus aucuparia Perithecien und Pykniden einer Cucurbitaria im Juni und August fand, welche ich nicht für identisch mit Cucurbitaria Laburni halte und deren Beschreibung ich später folgen lassen werde.

Entstehungszeit der Fruchtformen.

Alle Fruchtformen sind während des ganzen Jahres zu treffen. Offenbar entsteht zuerst das Stroma mit den Pykniden sub 1 der Zusammenstellung und darauf die Pykniden 2 und 3. Doch kann auch die Bildung der Perithecien schon mit den Pykniden sub 1 wenigstens beginnen, da ich bei diesen Pykniden schon unreife Perithecien und entwickelte Pycniden 2 und 3 fand. Die Ansicht Tulasne's über diesen Punkt spricht sich aus in der Uebersicht de Bary's.

Sporenentleerung aus den Asken und Perithecien.

Die Entleerung der Sporen ist bei Diskomyceten und Pyrenomyceten verschieden und scheint unter den letzteren verschiedenen Modificationen zu unterliegen, ist also in jedem einzelnen Falle zu untersuchen. (cfr. de Bary l. c. p. 102.)

Die Ejaculation bei Cucurbitaria Laburni hat ihre besonderen Eigenthümlichkeiten und ist daher wohl einer eingehenderen Beschreibung werth. Der Askus unserer Cucurbitaria besteht aus doppelter Membran, welche bei intactem Zustand des Askus nur als eine derbe hyaline Wand erscheint, da beide Membranen dicht aneinander gepresst sind. Diese Wandung schliesst den Proto-

plasmaschlauch ein, in welchem die Sporen eingebettet sind. Der Askus sitzt fest am Grunde des Peritheciums auf und bleibt immer fest sitzen. Die äussere Membran ist derber, wenig elastisch und wenig oder gar nicht quellbar. Die innere Membran ist sehr elastisch und quellbar. Der Protoplasmaschlauch ist einer starken Ausdehnung fähig und kann viel Flüssigkeit (Wasser) aufnehmen. Wenn man einen Askus, einerlei ob reifen oder unreifen, in Wasser bringt, so tritt nach kurzer Zeit Spannung zwischen der äusseren Membran und dem Innern ein, die zur Folge hat, dass die äussere Membran, ohne eine Dehnung erlitten zu haben, an ihrer Spitze aufreisst. Aus ihr heraus tritt nun das Innere des Askus, umhüllt von der inneren Membran, sich allmählich verlängernd um mehr als die einfache bis zur doppelten Schlauchlänge.

Bei dieser Streckung bleibt die Innenwand nahezu von gleicher Dicke, welche sie vorher hatte, es ist daher wohl anzunehmen, dass sie sich schon verdickt während der Streckung; jedenfalls aber auch eine elastische Dehnung erfährt.

Der Primordialschlauch bleibt der Innenwand anliegen und erfüllt sich strotzend voll Wasser. Die Sporen wandern bei der Streckung wie die Plasmakörnchen schneller nach der Schlauchspitze als diese selbst bei der Denhung vorwärts kommt.

Einfache Schlauchlänge . . . . . 121 μ
gestreckter Schlauch . . . . . 121 μ + 285 μ

Dieses Bild der Streckung tritt bei allen Asken ein, der weitere Verlauf der Sporenbefreiung kann aber ein zweifacher sein. In den häufigsten der von mir beobachteten Fällen trat nach der völligen Streckung des Askus aus der Aussenwand eine Pause ein von wenigen Minuten bis über eine Viertelstunde während zur Streckung eine viertel bis eine halbe Minute hinreichte.

Nach dieser Pause trat eine schnelle Rückwärtsbewegung des Plasmaschlauchinnern und besonders der Sporidesmen ein, theils bis zur Oeffnung in die äussere Membran, theils in diese bis auf den Grund des Askus. Nur 1 bis 2 Sporengruppen bleiben häufig in der Schlauchspitze sitzen.

Während der Rückwärtsströmung verdickt sich die Innenmembran ganz bedeutend und zwar rings um den Scheitelpunkt des Schlauches, welcher selbst länger unverdickt bleibt, damit anfangend und gegen den Askusfuss fortfahrend.

An dem Theile zwischen Schlauchspitze und Austrittsstelle aus der Aussenmembran tritt weniger starke Verdickung, eventuell schnellere Totalauflösung der Innenmembran wie an anderen Stellen ein.

Es wird nun wohl meist späterhin der Schlauch an dieser Stelle abreissen und die Sporen so befreien.

Im übrigen können diese durch die gequollene Innenwand ihren Keimschlauch durchwachsen lassen, wie ich das mehrfach beobachtete und auch dargestellt habe. Ein Keimen der Sporen im intacten Askus habe ich nicht gesehen.

Der zweite Vorgang ist eine förmliche Ejaculation. Es reisst nämlich kurz über der Oeffnung in der Aussenmembran die ge-

dehnte Innenwand plötzlich ab, reisst damit den Plasmaschlauch ebenfalls ab, und in demselben Augenblick werden die Sporidesmen und das ganze Innere des Plasmaschlauches aus dem abgerissenen Askustheil herausgespritzt, worauf die Innenmembran sich sofort verdickend den zusammengezogenen Plasmaschlauch nur noch wie einen dünnen Strang einschliesst und schliesslich gänzlich gallertartig verquillt.

Als hypothetische Erklärung dieses ganzen Vorganges scheint mir wahrscheinlich, dass die Aussenmembran Wasser durch sich filtriren lässt aber nicht quellbar und nicht dehnbar ist, daher dem Druck des Wasser aufnehmenden Innentheils nachgibt und an der Spitze aufreisst. Die Innenmembran lässt Wasser filtriren, welches von dem Plasmaschlauch aufgenommen wird, der, so prall gefüllt, die Innenmembran ausspannt und ausgespannt erhält bis dieselbe anfängt zu quellen und dabei durch den Druck nach Innen (denn sie scheint sich besonders nach Innen zu verdicken) Wasser aus dem Plasmaschlauch aufnimmt, es in sich behält oder filtriren lässt. So drückt die quellende Innenwand den Plasmaschlauch zusammen, veranlasst eine Rückströmung des Plasmas und der Sporen.

Wenn die Innenwand aber den Druck des Plasmaschlauchs nicht aushält, zerreisst sie nahe der Mündung aus der Aussenwand, (wo sie auch bei dem vorhergeschilderten Vorgang am ersten durch schleunige Verquellung ohne vorherige starke Verdickung unsichtbar wird) und drückt dann den Plasmaschlauchinhalt aus dem ebenfalls mitzerrissenen Plasmaschlauch plötzlich heraus, um darnach weiter zu verquellen.

Nun noch einige Worte über die Entleerung der Sporen aus den Perithecien. Wenn wir die Perithecien in den feuchten Raum bringen, werden die Asci nicht entleert.

Wenn wir aber dieselben in liquides Wasser tauchen, dann tritt Ejaculation der Sporen und Verquellen der Asci ein, und ein kurzer gallertiger Zapfen von reifen und unreifen Sporen und Askentheilen tritt aus dem Perithecium heraus.

Diese Zapfen lösen sich, in Wasser hängend, auf, und der Boden des betreffenden Wassergefässes ist bald braun von Sporidesmen bedeckt, deren Sporen in wenig Tagen unter Wasser gekeimt haben und so mittels ihrer Mycelfäden einen dunkeln, abhebbaren Schleier auf dem Grunde des Gefässes bilden.

Die Sporenentleerung dürfte daher in der Natur nur bei Regen erfolgen.

Künstliche Culturen.

Alle Sporen wurden ausgesät in Fruchtsaftgelatine und in Wasser. Sie trieben sämmtlich Keimschläuche wie schon Tulasne angibt. Die weitere Entwicklung, die Tulasne nicht mehr verfolgte, ergab, dass die Sporen in ihren Gonidienbildungen ebenso grosse Variabilität zeigen wie der Pilz in der Pyknidenbildung zeigt. Diese Gonidien documentiren sich als Myceltheile, welche durch grössere Resistenz gegen äussere Einflüsse und besonders gegen Trockniss befähigt sind, den Pilz durch längere Perioden

hindurch zu erhalten, und so erreichen, was die Pykniden durch die Peridie in noch höherem Maasse vollbringen können. Sie werden durch Feuchtigkeit und Wärme leicht wieder zum Keimen gebracht und können wieder in gewöhnliches Mycel auswachsen.

1. Am einfachsten verhalten sich die kleinen, grauen einzelligen Pyknogonidien (No. 2). Sie quellen, sprossen eine der Mutterzelle ähnliche Tochterzelle, die in 24 Stunden nach der Aussaat einen Mycelfaden entwickelt, welcher hyalin und septirt ist.

Die Gonidien erhielt ich auch in Pykniden, welche sich in einer Aussaat entwickelten. Ebenso auf einem kranken Stückchen Holze, aus dem in Wasser liegend das Mycel gewachsen war, entwickelten sich in 3 bis 4 Wochen Pykniden, welche diese Gonidien (No. 2), und solche, welche Gonidien (No. 3) enthielten. Die Pykniden in der Nährlösung entwickelten sich vom 28. October bis 26. November, hatten graue Peridie in dichtem Hyphenfilz, einen kurzhalsigen Porus und etwas kleinere Gonidien, wie die ausgesäten. Diese Gonidien keimten wieder in der angegebenen charakteristischen Weise in 48 Stunden in Wasser und entwickelten Mycel.

2. Die kleinen hyalinen Gonidien (No. 1) quellen während 70 Stunden, sprossen dann meist 1 bis 2 Tochterzellen, entwickeln ein septirtes, weisses Mycel. Wie mir scheint, besonders bei Nahrungsmangel, so bei Saaten in Wasser, entwickeln sie nur kurze Mycelfäden, die alsbald wieder seitwärts kleine Zellen aussprossen, welche für Gonidien gehalten werden können. Dass diese Gonidien nicht Spermatien sind, habe ich schon früher erwähnt, ich will hier nur noch anführen, dass sie starke Molecularbewegung im Wasser zeigen; über diese und über ihre Homologie mit ächten Spermatien verweise ich auf de Bary l. c. p. 260 und 281.

3. Die mauerförmig zusammengesetzten Gonidien (No. 3) zeigten in den verschiedenen Aussaaten verschiedene Entwicklung, obwohl sie gleichzeitig unter gleichen Verhältnissen gemacht wurden. Sie quellen sehr stark, und eine oder mehrere Sporen hatten nach 24 Stunden in Nährgelatine einen Keimschlauch getrieben, der sich zu grauem Mycel entwickelte; dieser trieb seitliche kurze Träger und schnürte auf ihnen graue, mauerförmig zusammengesetzte, birnförmige Gonidien ab. Diese konnten wieder Keimschläuche aus Theilsporen treiben. In einer anderen Saat entwickelten sich Alternaria-ähnliche Ketten von Sporidesmen, indem auf dem schmalen Halse der Mutterzelle die breite Basis der Tochterzelle sass. Die Ketten hatten auch Seitenketten, erhoben sich auch über das Substrat und fielen bei Zugabe von Wasser leicht auseinander. Solch' eine abgefallene Gonidiengruppe konnte aus einer Gonidie einen kurzen Mycelast treiben und darauf abermals eine Gonidie bilden, die wieder zur Gruppe wurde. Eine andere Aussaat zeigte, dass am Ende des Mycels eine runde Gonidie abgeschnürt wurde und dass dann dicht unter ihrer Basis das Mycel seitlich weiter wuchs und, während so die erst gebildete Gonidie selbst seitlich gestellt erschien, auf dem neuen Mycelende eine neue Gonidie abschnürte. Daneben fanden sich Mycelendigungen, kurz septirt

und dick angeschwollen mit etwas faltiger Aussenmembran, aus 10 bis 12 Zellen bestehend als sogenannte Dauerbildungen. In weiteren Saaten fanden sich nun verschiedene Formen der mauerförmig zusammengesetzten Gonidien, eiförmige, kugelige und andere Formen aus einer bis vielen Zellen zusammengesetzt. Alle Formen sind beim Entstehen hyalin oder doch hell und werden allmählich dunkler und dickwandiger.

4. Eine andere Entwicklung trat häufig ein, die genau ebenso war wie das Ergebniss einer Askosporen-Aussaat. Das Mycel septirte sich ganz kurz, die einzelnen Zellen rundeten sich ab und meist zweizellige (wenige einzellige) Glieder trennten sich ab. Diese haben noch am meisten Aehnlichkeit mit den Diplodia Cytisi-Gonidien, ohne an eine Beziehung zwischen beiden zu denken. Die übrigen Aussaaten von Askosporen in Wasser und Nährgelatine ergaben nur dichte Mycelfilze von weissem bis grauem Mycel, welches schwammartig sich auspressen liess und wieder voll sog. Das Mycel zeigt grosse Neigung an Berührungsstellen von Hyphen zu verwachsen. Ausserdem finden sich spiralig angelegte Nester von verwachsenen Mycelfäden, die vielleicht Anfänge von Fruchtorganen sind. Leider ist es mir nicht gelungen, aus den Sporenaussaaten die verschiedenen Pyknidenformen zu züchten, um den sicheren Beweis ihrer Zusammengehörigkeit zu liefern. Die Pykniden 1, 2, 3 und die Perithecien kommen auf demselben Stroma vor und können deshalb schon als zusammengehörig betrachtet werden, von Pyknide 4 kann ich dies nicht behaupten, doch zeichnete Tulasne sie mit den anderen Pykniden zusammen und fand sie daher wohl ebenfalls mit diesen in gemeinsamen Rasen.

Anatomie des normalen Holzes von Cytisus Laburnum.

Bevor ich daran gehe, die Art und Weise, wie der Baum im Kampfe mit dem eindringenden Pilz Schutz findet, darzustellen, halte ich es für angemessen, einige Worte über die Anatomie des Holzes von Cytisus Laburnum vorauszuschicken.

Da ich nur junge, 3- bis 6jährige Pflanzen zur Beobachtung hatte, fällt die Betrachtung des normalen Kernholzes weg, da das Holz erst später verkernt.

Das Holz ist sehr hart und lässt sich in querer Richtung schwer schneiden, während es in diesem jugendlichen Zustande wenigstens radial spaltbar ist. Dieses Verhalten kommt von den dickwandigen Libriformfasern, welche den Hauptbestandtheil des Holzes ausmachen.

Ihre innerste Wandschicht fand Sanio*) von nichtverholzter, knorpelig gelatinöser Beschaffenheit, jedoch nicht einmal constant bei allen Fasern desselben Jahresringes.

Man kann sich leicht von der Richtigkeit dieser Beobachtung überzeugen, wenn man die Holzschnitte mit Chlorzinkjod behandelt, wodurch die oft schon von der Wandung losgetrennte und wie ein

*) Sanio, Botan. Zeitung. 1860. Tfl. IV. 15 u. 16. 1863. p. 105.

verbogener Hohlcylinder das Faserlumen erfüllende Innenschicht violett wird. Dabei zeigt sich, wie verschieden überhaupt der Verholzungsgrad der Libriformwandung ist. Dasselbe Verhalten zeigen die Bastfasern, welche noch engeres Lumen und deutlich geschichtete Wandung haben. Reagirt man mit Phloroglucin und Salzsäure auf Lignin, so werden umgekehrt nur die Mittellamelle oder doch die nächsten Schichten roth gefärbt, die Innenlamelle bleibt aber weiss, während die in der Rinde so häufigen, kurzen, dickwandigen Steinzellen durchaus verholzt sind. Die Gefässe sind nicht von Füllzellen verstopft, sondern alle offen. Sie sind stets begleitet von Tracheïden und meist Holzleitparenchym (Ersatzfasern inbegriffen), was Schwendener zusammen Mestom nennt. Die besonders grossen Gefässe des Frühjahrholzes sind mit einem Mestomband kreisförmig gestellt, während die kleineren des übrigen Jahresringes in Mestomgruppen in das Libriform eingesprengt sind, welches als Grundmasse erscheint. Die Uebergänge von Libriform und Ersatzfasern, welche Haberlandt*) zuerst bei Cytisus beobachtete, kann ich hier übergehen. Die Markstrahlen sind in grosser Zahl von verschiedenen Dimensionen vorhanden. (Ihre Bildung s. Haberlandt. l. c. p. 362.)

Der Verdickungsring bildet die Bastzellen in radialen Reihen, indem die Cambiumzellen durch Quertheilung in Bastparenchym übergehen. Im Holze geht nach de Bary's**) Angabe die radiale Anordnung der Faserzellen, Fasern und gestreckten Tracheïden bald verloren, weil diese beim Uebergang aus dem cambialen in den Gewebezustand starke Verlängerung zeigen und dabei ihre besonders wachsenden, sich zuspitzenden Enden zwischen einander schieben. Die secundären Elemente behalten dagegen die ursprüngliche radiale Anordnung, wenn sie bei ihrer definitiven Ausbildung die Gestalt und Länge, welche sie im cambialen Stadium hatten, wenig oder nicht verändern, so bei normal gebauten Markstrahlen, kurzen Tracheïden von Cytisus Laburnum.

Später werde ich noch auf diese anatomischen Verhältnisse zurückkommen und das Angeführte als bekannt voraussetzen.

Verbreitung des Mycels in den Holzorganen.

Im Laufe des Sommers erfolgte ein Hagelschlag, der die Rinde an vielen Stellen durchschlug. Die zerschlagene Rinde und Bast trockneten und es entstanden Stellen, an denen das Holz entblösst war. Von den Seiten bildeten sich zwar alsbald Ueberwallungswulste, denen es jedoch nicht immer gelang, die ganze entrindete Stelle schnell oder überhaupt zu bekleiden. An solchen Stellen erfolgte die natürliche Infection des Pilzes durch Sporen. Wie ich in meinen Culturen zeigte, keimen die Sporen schon über Nacht und wachsen sehr schnell zu kräftigem Mycel heran. Die

*) Haberlandt, G., Physiologische Pflanzenanatomie. Leipzig 1884. p. 356 u. 358.

**) de Bary, A., Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne. p. 485.

Keimschläuche drangen nun in die todten Zellen des Holzes ein, hindernde Zellwände einfach durchbohrend.

Die Verbreitung findet das Mycel in allen von mir angegebenen Zellen des Holzes, aber es entwickelt sich besonders üppig in den weiten Gefässen, in denen es nach oben und unten, ohne von Querwänden behindert zu sein, besonders schnell wächst. Die grossen Tüpfel erleichtern ihm den Weg auch und werden vielfach benützt.

Es wächst aber auch im Libriform der Länge nach und durchwächst die Faserzellwände in querer Richtung.

In den Markstrahlen war es ihm leicht gemacht, in radialer Richtung vorwärts zu kommen.

Chemische Beschaffenheit der gebräunten Holztheile.

Bei der Verholzung*) der Cellulosemembranen wird bekanntlich incrustirende Substanz in die verdickte Cellulosewand abgelagert.

Diese incrustirenden Substanzen bestehen aus Coniferin, Holzgummi, Gerbstoffen etc. und werden zusammen als Lignin bezeichnet. Auf die drei Hauptbestandtheile des Lignins haben wir Reactionen. Coniferin färbt sich im directen Sonnenlichte bei Behandlung mit Phenol und Salzsäure grün, Holzgummi wird durch Phloroglucin und Salzsäure roth gefärbt. Gerbstoff nimmt durch Eisensalze eine dunkle blaue oder grünliche Farbe an. Cellulose wird durch Chlorzinkjod lila gefärbt. Die verholzte Zellwand zeigt die Reaction auf Coniferin und auf Holzgummi, während die Reactionen auf Cellulose und Gerbstoff bei gesundem Holze nicht gelingen.

Wenn man die incrustirenden Substanzen dagegen der Cellulosewand nimmt mittels der Schulze'schen Flüssigkeit (chlorsaures Kali und Salpetersäure), so tritt die Reaction auf Cellulose ein; ebenso, wenn Pilzferment die incrustirenden Stoffe bis auf die Cellulose gelöst hat. Die Reaction auf Gerbstoff tritt ein, wenn die Cellulose durch Pilzferment aufgelöst wurde.**)

Bei der Verholzung verlieren die Zellen ausser den parenchymatischen Theilen ihren lebenden Inhalt und stellen nur noch ein Holzgerüst dar.

Bei der Verkernung †) sterben auch noch diese letzten lebenden Parenchymzellen und behalten ihren todten Inhalt, der sich chemisch verändert. Ebenso treten Aenderungen in den Zellwänden aller Zellen und in den Luminis der todten Elemente ein.

Wenn man das verkernte Holz von Cytisus Laburnum untersucht, findet man, dass die Zellwände gebräunt sind, dass in den Parenchymzellen braune, körneliche Massen angehäuft sind mit gelblich braunen Tropfen, dass in den Tracheen und Tracheïden gelblich braune, zähe Tropfen und grössere Massen solcher zusammengeflossener Tropfen sich befinden.

*) Hartig, R., Untersuchungen aus dem forstbotanischen Institut München. 1882. p. 46 u. f.

**) Hartig, R., Der ächte Hausschwamm. p. 58. 1885.

†) Hartig, R., Untersuchungen aus dem forstbotanischen Institut München. 1882. p. 46 u. f.

Wenn wir nun die Holzpartien junger, nur Splintholz bildender Cytisus-Pflanzen betrachten, welche von Cucurbitaria Laburni befallen sind, bekommen wir genau dasselbe Bild auf Meter weit in den gebräunten Holztheilen. Wenn wir ferner Infectionsversuche machen, erhalten wir an der Verwundungsstelle auf 2 bis 10 cm (in einem halben Jahre) dieselbe Erscheinung.

Betrachten wir endlich die künstlichen Schnittwunden, die zum Vergleiche ohne Infectionen gemacht wurden, so bekommen wir dieselben Erscheinungen an der Wundstelle. Die Bräunung tritt schon nach wenigen Tagen ein. Wenn wir unsere mikroskopischen Präparate mit den verschiedenen Reagentien behandeln, erhalten wir folgendes Resultat: Die anfangs rein gelbe, dann gedunkelte Masse, welche in Tracheen und Tracheïden auftritt und tropfenweise in Parenchymzellen vorkommt, ist unlöslich in Wasser, Alkohol, Aether, Salpetersäure, Salzsäure, Kalilauge, wird in kochender Salpetersäure gelöst, ebenso in Eau de Javelle, ferner nach Gaunersdorfer bei aufeinanderfolgender Behandlung von Salpetersäure und Kalilauge, färbt sich mit Phloroglucin und Salzsäure roth, mit schwefelsaurem Anilin intensiver gelb, öfters mit Phenolsalzsäure (die auch im Holz nicht gleichmässig färbt) grün. Ist sie gebräunt, so wird sie ebenso wie alle gebräunten Zellwände und Inhaltsreste der Parenchymzellen durch Eisenchlorid tief dunkel gefärbt.

Es ist wohl Holzgummi, der Coniferin und eine dunkle Modification von Gerbstoff enthält. (Es wäre auch möglich, dass der Gerbstoff durch einen Farbstoff gedunkelt ist.) Ueberall, wo ich braune Holzpartien untersuchte, waren die Parenchymzellen getödtet und selbst mit braunem Inhalt versehen. Die Reaction auf Stärke trat nicht ein, während gesunde Zellen mit Jod behandelt von gebläuten Stärkekörnern strotzten. In sich eben bräunenden Zellen findet man zuweilen noch einzelne Stärkekörner. Es ist möglich, dass sie bei der Bildung des Holzgummis besonders betheiligt sind. Die dunkle Farbe ist am intensivsten an der Grenze gegen gesundes Holz. Die Pilzfäden wachsen besonders in den Gefässen zwischen dem Holzgummi und finden hier und in dem Inhalte todter Parenchymzellen ihre Nahrung. Dabei nehme ich an, erleichtert der Pilz durch seine Bohrlöcher der Luft den weiteren Zutritt und schafft wohl auch flüssige Zersetzungsproducte, welche, in intacten Gefässen weiter sich verbreitend, andere parenchymatische Zellen tödten können. Doch bemerke ich, dass etwa von einer dunkeln, flüssigen Jauche, wie sie bei anderen Pilzbeschädigungen vorkommt, hier nicht die Rede ist. Wir haben den einfachen Fall, dass Bloslegung des Holzes eine Verkernung bewirkt mit all deren Eigenschaften, als da ist: Absterben parenchymatischer Zellen, Aufhören der Wasserleitung etc. Man nimmt an, dass in den lebenden Zellen des Holzes die verkernenden Substanzen gebildet werden und nun in die verkernenden Theile wandern. Dafür spricht, dass das Kernholz dem Splint gegenüber ein Plus von Substanzen aufzuweisen hat und daher wohl nicht blos durch Aenderung seiner eigenen Bestandtheile erlangte. Und

zwar kann sich Gerbstoff wie Holzgummi vielleicht aus der Stärke bilden. Die Bräunung tritt besonders in den Tracheen, Tracheïden, Ersatzfasern, Parenchym, weniger oft in den Holzfasern, häufig in den Bastfasern auf. Letztere werden dann von einer Korkhülle vom gesunden Gewebe getrennt. Die dunkle Färbung kann mit Eau de Javelle gebleicht werden. Bei Behandlung mit Eisenchlorid erhält man gar keine Reaction bei gesundem Holze, keine bei nur getrockneten Zweigen, keine bei dürren Zweigen, auch wenn das Mycel von Cucurbitaria Laburni sie durchwachsen hat. Dagegen in allen schon gebräunten Theilen lebender Aeste, wobei die Zellinhaltsreste, die in den Luminis ausgeschiedenen braunen Tropfen und die Wandungen aller Zellen sich intensiv verdunkeln. Diese Art der Verkernung tritt bei allen Holzwunden und den Grenzstellen zwischen lebendem und todtem Holze ein.*) Die Wandungen der Blattspurstränge im Blattkissen nach Abfall der Blätter erscheint nicht gedunkelt. Holzgummi findet sich dagegen im Innern der Zellen ausgeschieden. Da alle technischen Eigenschaften des Holzes bei der Verkernung sich verbessern und Kernholz im Allgemeinen substanzreicher und kohlenstoffreicher ist als Splintholz, kann bei seiner Bildung nicht von einem Zersetzungsprocesse die Rede sein. Die Ursachen und der Zweck seiner Bildung sind in normalen Verhältnissen nicht bekannt.

Dr. A. B. Frank**) gibt eine Deutung des Zweckes seiner pathologischen Bildung. Er nimmt an, dass seine Function in dem Abschliessen nach aussen bestehe (diesen Vortheil führt auch Böhm an l. c. p. 230) und dazu geeignet sei, weil es seine Durchlüftungsfähigkeit verloren habe, was Frank experimentell nachwies.

Dass Kernholz seine Wasserleitungsfähigkeit verloren hat, ist bekannt, und es würde auch dadurch geeignet sein, die Verdunstung nach aussen zu hindern.

Doch ist dies kein Grund seiner Bildung, welcher vielmehr in der Reaction gegen die Aussenluft und wahrscheinlich gegen die Druckänderung wie gegen den Sauerstoff, und in speciellen Fällen vielleicht auf Pilzferment und Zersetzungsflüssigkeit zu suchen. Auch Böhm nimmt an, dass die Erfüllung der Gefässe mit Luft von gewöhnlicher Tension die Gummibildung veranlasse. Frank schlägt nun vor, alles verkernte Holz, das an Holzwunden gebildete sowohl, als das im Baumcentrum sich jährlich bildende, „Schutzholz“ zu nennen.

C. Kraus†) acceptirt diese Bezeichnung; doch meine ich, wenn man wie Kraus besonders von über die Wundfläche hervorfliessenden Gummi(?)-Massen redet, sollte man eher von Wundgummi als von Schutzholz sprechen, zumal wenn, wie in den von

*) Böhm, J., Ueber die Function der vegetabilischen Gefässe. (Botanische Zeitung. 1879. p. 224.)

**) Frank, B., Ueber Gummibildung im Holze und deren physiologische Bedeutung. (Ber. Deutsch. Botan. Gesellsch. 1884. Aug.)

†) Kraus, C., Ueber Ausscheidung der Schutzholz bildenden Substanz an Wundflächen. (Ber. Deutsch. Botan. Gesellsch. 1884. Nov.)

ihm beschriebenen Fällen, alle Zellwandungen ungebräunt und unverändert waren. Auch Sorauer*) gebraucht den Ausdruck „Wundgummi“. Meiner Ansicht nach wäre es übrigens einfacher, einen neuen Namen zu vermeiden und den alten Namen „Kernholz“ zu lassen, wo auch immer sich Kernholz bildet.

Nun noch einige Worte über den Schutz, den Kernholz gewährt: Die Abschlussfähigkeit gegen die Aussenluft und Trockniss habe ich schon angeführt. Es ist, wie erwähnt, Kernholz das wahrhaft todte Holz, alle seine Zellen sind todt. Zu den incrustirenden Holzbestandtheilen können sich andere Stoffe (z. B. Farbstoff) noch in die Zellwand eingelagert haben; Kernstoffe können auch die Zelllumina füllen und können, wie es für Gerbstoff bei der Eiche von Dr. O. Löw**) nachgewiesen ist, andere Modificationen eingegangen haben. Das einmal verkernte Holz ändert im Lauf der Jahre seine Eigenschaften nicht mehr. Bei manchen Holzarten tritt die Kernfärbung durch Oxydation von Gerbstoff erst beim Fällen durch Zutritt der Luft hervor. Wenn nun auch Kernholz schwerer und technisch besser ist als Splintholz, so ist es doch todt und jenes hat noch lebende Organe, und was ein Vortheil ist beim Verarbeiten des Holzes zur technischen Verwerthung, kann ein Nachtheil für den lebenden Baum sein. In die pathologisch-gebildeten Kernholzpartien können Pilze eindringen, im Kernholz ihre Nahrung finden und das Kernholz zerstören, welche nicht die Fähigkeit haben, lebende Zellen zu tödten. Mit ihrem Eindringen in den Baum treten aber überall Verhältnisse äusserer Wunden auf, die Luft kann durch ihre Bohrlöcher eindringen und so mit dem Ferment und den Zersetzungsproducten eine weitere Verkernung des Splintes von innen verursachen. Auf diese Weise kann ein so grosser Theil des Splintes verkernen, dass der Baum wegen Störung der Wasserleitung und des Durchlüftungssystems abtrocknet. Das neue Kernholz ist immer neues Terrain für den Pilz. — Auf die von Frank missverstandene und deshalb angegriffene Bezeichnung „Wundfäule“ über die R. Hartig p. 63 seines Werkes „die Zersetzungserscheinungen des Holzes der Nadelholzbäume und der Eiche 1878“ sich folgendermaassen ausspricht, brauche ich nicht näher einzugehen: „Alle diejenigen Zersetzungsprocesse, die durch äussere Verwundungen des Stammes oder der Wurzeln herbeigeführt werden, ohne dass parasitische Pilze auf der Wunde keimten und schnelle Zersetzung des Bauminnern nach sich gezogen haben, wollen wir vorläufig unter dem Collectivnamen „Wundfäule“ zusammenfassen. Ich stelle der Bemerkung Frank's nur einen Satz gegenüber, welchen Professor J. Gaunersdorfer†) in einer Arbeit „Beiträge zur Kenntniss der Eigenschaften und Entstehung des Kernholzes“ 1881

---

*) Sorauer, Handbuch der Pflanzenkrankheiten. II. Aufl. p. 700. Berlin 1886.

**) Hartig, R., Die Zersetzungserscheinungen des Holzes der Nadelholzbäume und der Eiche.

†) Gaunersdorfer, J., in Sitzber. d. k. Acad. d. Wiss. Wien. Bd. LXXV. 1882. Abth. I. Jan.-Heft.

machte, nachdem er schon p. 10 anführt, dass die ersten Angaben über die Ausfüllungsmassen des Kernholzes von Th. Hartig (Allgemeine Forstzeitung 1857) stammten, nämlich p. 28. „Namentlich verhindert aber dieser (der Verschluss mit Baumwachs) das Eindringen saprophytischer Pilze. Und gerade darin, glaube ich, liegt der Hauptvortheil des Abschliessens der Wundflächen, wie es z. B. in praxi bei unseren Obstbäumen so häufig zur Anwendung kommt. Während nämlich Aststummeln, in denen keine Parasiten sich angesiedelt haben, regelmässig unter dem vertrockneten Theile an der Grenze des frischen Holzes, gleichgiltig ob ein Verschluss der Wundfläche stattgefunden hat oder nicht, die eben beschriebene Kernschichte bilden, zeigen sich in dem Falle, wenn saprophytische Pilze eingedrungen sind, viel tiefergehende Störungen und erfolgt dann oft Bräunung und Zersetzung des Holzkörpers auf weite Strecken. Zu demselben Schlusse gelangte auch R. Hartig (Zersetzungserscheinungen des Holzes p. 140) bei seinem Versuche über Eichenästung mit und ohne Theerabschluss."

Frank dagegen scheint anzunehmen, dass im Kernholze keine Saprophyten vorkommen, welche das Holz zersetzen und dass Regenwasser diese Zersetzungsproducte der Saprophyten nicht verschwemmen kann. — Ein Passus in Frank's Abhandlung: „dass man dem Processe (der normalen Kernholzbildung) auch hier wieder dieselbe physiologische Deutung geben darf, liegt auf der Hand, denn bei der früher oder später eintretenden Zerstörung der centralen Partien des Holzkörpers, welche zum allmählichen Hohlwerden des Baumstammes führen, kann dem Verluste des luftdichten Abschlusses des Gefässsystems des Splintes nach innen nur durch einen Mantel solchen Kernholzes vorgebeugt werden.

Querschnitte hohler Baumstämme oder Aeste zeigen mir auch immer eine zusammenhängende Kernholzscheide, welche das Holz nach innen zu von der Höhlung abschliesst und überhaupt immer so orientirt ist, dass sie alle inneren Wunden des Holzkörpers auskleidet", ist mir unverständlich.

Wenn Frank selbst zugibt, dass Kernholz nicht im Zersetzungsstadium ist, wenn er aber auch das Vorhandensein von Pilzen in den in Zerstörung befindlichen Theilen nicht annimmt, ist mir nicht erfindlich, wie und warum die centralen Partien des Holzkörpers (die doch wohl meist gerade aus dem „Schutz- und Kernholz" bestehen) früher oder später zerstört werden müssen und ein allmähliches Hohlwerden des Baumes so verursacht werden soll. Dies kann doch jedenfalls nur in der Weise geschehen, dass der centrale und verkernte Baumtheil von Pilzen (von selteneren Ursachen abgesehen) zerstört wird und wenn er dann nicht schon weiter ausgehöhlt ist, findet man den Rest des Kernholzes als einen die Höhlung umgebenden Hohlcylinder von Kernholz, an den sich aussen der Splint anschliesst. Dass dann die Verkernung von der inneren Wunde wohl nach aussen fortschreiten kann, habe ich schon angeführt. Dieses neue Kernholz, in den meisten Fällen sehr günstig für die Pilzverbreitung, wäre nur ein Abschluss gegen Pilze, welche

nur in lebenden Zellen existiren können. Nun können aber diejenigen Pilze, welche lebende Zellen des Splintes tödten, auch recht gut von todten Zellen sich ernähren und die Parasiten, welche in Symbiose mit lebenden Zellen leben und diese nicht tödten, verursachen keine Kernholzbildung, wie z. B. Aecidium elatinum.

Zum Schlusse dieses Gegenstandes habe ich noch zu bemerken, dass ich die citirte, höchst interessante Arbeit Gaunersdorfer's erst nachträglich gelesen habe und mich freue, in den Punkten gleicher Untersuchung auch gleiche Resultate gefunden zu haben. Auch er bleibt bei dem Namen Kernholz sowohl bei normalen wie pathologischen Bildungen. Auch er nimmt die Bildung der verkernenden Substanzen aus lebenden Zellen und besonders aus Stärke an, auch er nimmt, wie Böhm, an, dass der Verschluss der Wunde durch Verkernung des Holzes im Abschluss gegen schädliche, äussere atmosphärische Einflüsse bestehe. Doch verstehe ich unter letzteren lediglich die Differenz des Luftdruckes, des Sauerstoff- und Feuchtigkeitgehaltes der Aussenluft und der Binnenluft der Pflanzen. Im Widerspruch mit Gaunersdorfer fand ich nur, dass die verkernenden Substanzen Gerbstoffe auch im todten Holztheile enthalten, und dass besonders auch die Zellwandungen aller Zellen von denselben inprägnirt sind. Der Ansicht, dass bei sehr langer Dauer der Ablagerung (der verkernenden Substanzen) die Zellwände theilweise zerstört werden, kann ich mich nicht anschliessen, wenn nicht Pilze (von seltneren Fällen abgesehen) diese Zerstörung veranlassen.

Den Sklerenchymfasern bei Cytisus kann ich nicht wie er die spaltenförmigen Tüpfel absprechen.

Wundkorkbildungen.

Gegen die Angriffe des gefährlichen Eindringlings, seine weitere Verbreitung und die Folgen seines zerstörenden Einflusses wird der Baum auf verschiedene Weise geschützt. Wir wollen diese Vorgänge der Reihe nach durchsprechen.

Zunächst findet der vom Hagelschlag betroffene Ast oder Stamm gegen Trockniss und Infectionen Schutz durch ein Schliessen der Wunde.

Manchmal gelang es, durch callöses Wundgewebe den Verschluss als Ueberwallung vor Eintritt einer Infection fertig zu bringen.

Waren bei der Verwundung die Rindentheile theilweise getödtet, so bildete sich alsbald in dem gesunden Parenchym eine mehrzellige Wundkorkschichte, welche von dem äusseren (normalen) Periderm durch die Rinde bis aufs gesunde Holz sich hinzog. Ist die Bräunung in den Bastfasern und etwa benachbarten Zellen schneller als im übrigen Rindengewebe vor sich gegangen, z. B. von einer Hagelschlagwunde aus, so genügte der Wundkorkabschluss durch die Rinde hindurch nicht, sondern es bildete sich ein Korkmantel um jeden einzelnen, gebräunten Bastfaserstrang.

War die Rindenverletzung eine kleinere, oberflächliche, so wurde diese Stelle durch eine Korkhaube nach aussen isolirt.

Die pathogene Korkbildung ist also bei Cytisus Laburnum sehr schnell gebildet. Normal ist bekanntlich bei Cytisus Laburnum, dass phellogene Theilungen in der zweiten und dritten inneren subepidermalen Zellenlage eintreten. Die Korkbildungen gehen aber noch weiter, und diese Ausbildungen sind meines Wissens neu und interessant genug hier beschrieben zu werden.

Einzelne Fälle der Wundkorkbildung.

1. Stossen todte Bastpartien auf todtes Holz, so bildet sich nur eine Korkzone auf der Grenze zwischen den gesunden und todten Partien des Bastes und der Rinde.

2. Stösst der gesunde Bast anf todtes Holz oder genauer ausgedrückt, hat die Verkernung die Zone cambialer Thätigkeit erreicht, dann bildet sich alsbald eine Korkschichte, welche den aussen liegenden gesunden Bast gegen das bereits gebräunte Holz abgrenzt. In dem Falle Tafel II Fig. 3 hängt diese Korkschichte zwischen Bast und Holz zusammen mit der, welche sich von dem äusseren Periderm durch Rinde und Bast zum Holze zieht, d. h. es ist eine continuirliche Schichte.

Die in den Partien oberhalb der Infectionsstellen gebildeten Bildungsstoffe, die besonders bedeutend sind, wenn sich unweit über der kranken Stelle ein Seitenast erhebt, müssen ihren Weg nun in und durch den gesunden Theil des Stammes nehmen. Dadurch entsteht ein einseitiger Zuwachs und zwar an Bast und Holz. Erscheint auf dem Querschnitt der grösste Theil des Stammes getödtet, so zeigt sich der neugebildete Holzkörper wie ein eigener Stamm an dieser Stelle, der mit dem alten nur an einem kleinen gesunden Theil im Zusammenhang steht. Der Bast erscheint nicht dicker wie der normale, da ja ohnehin mehr Bast an dieser Stelle gebildet wurde als im normalen Zustande, in Anbetracht des Umstandes, dass der neue Holzkörper eine ausgedehntere Peripherie hat, als sie der alte gehabt hätte. Bekommen wir eine Stelle, an der der Pilz nur das innere Holz befallen hat, der äussere Theil aber noch gesund ist, dann legt sich ein neuer Jahresring in normaler Weise an. Tritt nun der dritte und interessanteste Fall ein, dass der grösste Theil des Bastes und der ganze Holzkörper bereits abgestorben und vom Pilz occupirt ist, dass also das übrige Stück gesunden Bastes an verkerntes, todtes Holz stösst, so bildet sich zwischen ihm und dem Holze eine Korkschichte, welche dann quer durch den Bast ziehen und sich an die peripherische (subepidermale) Korkschichte anschliessen kann, um den todten Basttheil abzuschliessen. Geht aber die Zersetzung im Baste schneller vor sich als die Bildung der Korkschichte, so kann der Winter eintreten, ohne dass im Baste die radial laufende Korkschichte fertig geworden wäre. Auf der Zeichnung Tafel II Fig. 6 ist der Fall aufgenommen, dass Kork sich gegen die bereits abgestorbene, äussere Rinde und stückweise in radialer Richtung, aber nicht bis ans Holz herab gebildet hat, dass dagegen das Holz von der gesunden Bastpartie abgegrenzt ist von einer Korkschichte,

welche noch im todten Theil ein Stück weiter läuft, weil sie offenbar gebildet wurde, bevor die der gesunden Bastpartie benachbarten Basttheile abgestorben waren.

In diesem Falle nun ist die ganze Menge der Bildungsstoffe gezwungen, den Weg durch die enge Bastpartie zu nehmen, dagegen ist der Baum in grosser Verlegenheit, Wasser zu den oberen Theilen zu leiten.

Bildung neuer Gefässbündel.

Es treten in solchem Falle auf der Bastseite isolirte Gefässbündel auf, welche einerseits Bildungsstoffe zu ihrem Aufbau verbrauchen, anderseits aber die Wasserleitung zwischen den oberen und unteren noch gesunden Holzpartien vermitteln.

Die Verbindung der neuen Bündel mit dem gesunden Holze geschieht theils seitlich auf demselben Querschnitte an einer Stelle, an der die Verkernung nicht bis ans Cambium kam und das normale Holz weiter sich bildete, theils oberhalb und unterhalb an ebensolchen Stellen.

Bevor ich näher auf die Betrachtung der neugebildeten Gefässbündel eingehe, will ich hier kurz noch des Auftretens von Kork im normalen Holze Erwähnung thun.

Kork im normalen Holze.

Auf Radialschnitten sieht man zuweilen im Holze 6 bis 10 Zellen hohe Korkschichten den Markstrahl quer trennen oder sich an Parenchym hinziehen, die gesunden Theile gegen kranke abgrenzend. Es wird die Korkbildung zur Zeit der cambialen Thätigkeit an diesem Orte entstanden sein, wenn gleichzeitig die Verkernung an diesen Punkten besonders schnell vorgedrungen war, während sie an den anderen umliegenden Stellen noch nicht die Cambialregion erreichte und daher die Holzbildung ungestört weiter ging. Die Korkbildung geht im Markstrahl in der Weise vor sich, dass die Zellen nicht mehr lang gestreckt werden, sondern dass mehr Querwände gebildet werden. Die Wände der so neugebildeten Zellen verholzen nicht, sondern verdicken sich und verkorken und besitzen nicht die dem Markstrahlparenchym eigenen Tüpfel. Nach der Bildung von 6 bis 10 Korkzellen im Radius geht die Entwicklung der Markstrahlen wie vorher weiter. Ebenso ist wohl der Kork, welcher im Anschluss an Holzparenchym vorkommt, durch Theilungen bei Ausbildung dieses Parenchyms entstanden. Die hier besprochenen Korkzellen haben nicht die Wanddicke des anderen Wundkorkes. Bilder von Radialschnitten zeigen, wie solche Korkbänder mit oder ohne Begleitung weiterer Meristemzellen eingeschlossen werden durch unten und oben vom alten Holze ausbiegende Tracheïden.

Betrachtung der neuen Gefässbündel.

Die Verkernung kann im Frühjahr oder Sommer bis Herbst die Zone cambialer Thätigkeit erreichen, in jedem Falle wird die Korkschichte gebildet als Grenze zwischen dem vorhandenen Holze und dem Bast. Sie kann sich demnach anschliessen an dickwandige

Libriformpartien oder an Mestompartien. Auf die Korkschichte, welche vier und mehr Zellen breit ist, folgt in radialen Reihen ein undifferenzirtes, meristematisches Gewebe, die einzelnen Zellen derselben haben die Breite der Korkzellen, d. h. sie stehen im selben Radius wie diese. Dieselben sind nahe dem Kork ziemlich isodiametrisch, werden aber in weiterer Entfernung oftmals länger gestreckt in der Richtung der Stammachse. Wo sie im selben Radius wie ein Markstrahl des Holzes liegen, beginnen sie sich auf dem Querschnitt zu strecken bis sie so lang werden wie die normalen Markstrahlzellen des Holzes und sich auseinanderbiegend an das Bastparenchym anschliessen. In diesem Meristem habe ich auch in seltenen Fällen Steinzellen nahe der Korkschichte beobachtet.

Betrachtet man ein junges Gefässbündel auf dem Radialschnitt, so erscheint es von den nächstliegenden Bündeln gänzlich isolirt durch einfaches Meristem oder solches, welches sich wie die Markstrahlzellen und mit ihnen im gleichen Radius bereits gestreckt hat. Ist die Entfernung zwischen zwei Bündeln eine grössere, so erscheint oft ein bogiger Streifen Meristemzellen zwischen beiden tangential etwas gestreckt. Die Gefässbündel selbst bestehen aus weiten und engen hofgetüpfelten Gefässen und anfangs nur aus solchen, aus Tracheïden mit oft sehr engem Lumen, langgestrecktem und isodiametrischem Holzparenchym. An älteren, breiteren Bündeln oder wenn sich mehrere solche zusammengeschlossen haben und besonders in der Nähe der Stellen, an denen auf dem Querschnitt die Korkschichte durch gesundes und normal sich weiterbildendes Holz unterbrochen ist, treten Libriformgruppen und besonders grössere Partien an der Aussenseite des neuen Holzes auf.

Ebenso treten in solch' breiten Holzpartien wieder normale Markstrahlen auf mit verdickten und getüpfelten, verholzten Wänden. Auf dem Radialschnitt trifft man häufig das Bild, dass auf den Kork isodiametrische Meristemzellen folgen, dann immer längere, dann gestrecktes Holzparenchym, dann Gefässe und Tracheïden, dann wieder gestrecktes Holzparenchym (worauf nun Libriform und Tracheïden mit Parenchym folgen kann) und schliesslich die Cambialzellen mit geraden, etwas gewellten Querwänden.

Auf tangentialen Schnitten erscheinen anschliessend an das Bastgewebe Stränge von Cambiumzellen mit dem typischen Bau, den dachförmig gestellten Querwänden. Aus diesen gehen gleich lange und grosse Tracheïden hervor; daneben tritt (ungestrecktes) kurzzelliges Holzparenchym auf von der Grösse der umgebenden Meristemzellen, welches im normalen Holze fehlt. — Bisher habe ich immer von neuen Gefässbündeln gesprochen, die ich vielleicht zum Unterschied von baststänidigen Gefässbündeln gewisser Pflanzen auch hätte Holzbündel nennen können, da wesentlich neugebildet das Holz ist. Ich behalte jedoch den ersteren Namen bei, da wir es doch mit Bündeln zu thun haben, die aus Holz, Cambium und Bast bestehen. Wie ich zeigte, haben sich dieselben aus dem alten normalen Cambium gebildet, welches das normale Holz, den Kork, das ganze Meristem und das neue Holz allmählich entstehen liess. Es dürfte jedoch das Meristem auch noch nachträglich an der

Holzbildung betheiligt sein, indem seine Zellen verholzen und so zu Holzparenchym sich umwandeln. Die neuen Gefässbündel unterscheiden sich somit von dem normalen Holze durch ihre Zusammensetzung, indem ihnen besonders lange das Libriform fehlt, welches dort die Hauptmasse ausmacht. Es kommen dabei auch Abnormitäten in Grösse und Form der Zellen vor, welche aber in vielen Fällen normal gebaut erscheinen. Da wir es weder mit Ueberwallungen zu thun haben, noch Wunden und besonders quere Wunden in grösserer Nähe sind, also auch keine Druckänderungen eingetreten sind, liegt kein Wundholz im Sinne von H. de Vries*) vor, und die von dem genannten Forscher an solchem Wundholze gemachten Beobachtungen treffen also auch nicht zu bei dem von mir beschriebenen Falle.

Da nun sowohl die de Vries'sche Theorie von der Aenderung der Structur des Wundholzes von Krabbe und Haberlandt angegriffen wird, als auch die Verschiedenheit des Frühjahr- und Sommerholzes von R. Hartig**) aufs neue wieder auf Ernährungsverhältnisse zurückgeführt wird, da ferner die Theorie der Wasserbewegung in Holzpflanzen, welche die Wasserbewegung in Tracheen und Tracheïden vor sich gehen lässt, von R. Hartig und ihre allerdings auch schon wieder bestrittene Modification von Godlewski, welche noch die parenchymatischen Zellen zu Hülfe nimmt, alle Wahrscheinlichkeit für sich hat, so glaube ich auch hier für die abnorme Ausbildung des Holzes ähnliche Gründe annehmen zu müssen. Dafür nämlich, dass sich vor allem Tracheen, Tracheïden und dann Parenchym bilden, lassen sich folgende Gründe denken: Es war die Ernährung wegen der eingetretenen Pilzbeschädigungen im oberen Stammtheile eine mangelhafte (denn wo sich Seitenäste befinden, geht meist das normale Holzwachsthum schneller als der Pilz fortschreitet, und es tritt dann allerdings weder Kork noch Meristem auf). Die Zufuhr der organischen Stoffe war erschwert wegen der vielfachen Beschädigungen von Bast und Rinde in oberen Partien, und die Wasserleitung war unterbrochen. Mangelhafte Ernährung aber lässt auch im normalen Holze gefässreiches, dünnwandiges Holz entstehen.***) Zur Wasserleitung, welche zwischen oberen und unteren Holzpartien herzustellen war, waren vor allem Tracheen und Tracheïden †) nöthig, ferner auch noch Holzparenchym ††) und erst in letzter Linie konnten die Stoffe zum Aufbau von Sklerenchym verwendet werden. Der von mir beschriebene Fall stimmt von allen beschriebenen künstlich erzeugten Holzbildungen bei Verwundungen am meisten überein mit den Bildungen eines Experimentes, welches zuerst

---

*) de Vries, H., Ueber Wundholz. (Flora. 1876.)
**) Hartig, R., Das Holz der deutschen Nadelwaldbäume. 1885.
***) Hartig, R., Das Holz der deutschen Nadelwaldbäume.
†) Hartig, R., Gasdrucktheorie. 1883.
††) Westermaier, Zur Kenntniss der osmotischen Leistungen des lebenden Parenchyms, (Ber. Deutsch. botan. Gesellsch. 1883. Heft 8) und Haberlandt, G., Physiologische Pflanzenanatomie. 1884. p. 370.

Th. Hartig*) und später H. de Vries machten; es wird nämlich ein Rindestreifen vom Holze so losgelöst, dass er oben und unten mit der übrigen Rinde zusammenhängend bleibt, dagegen auf zwei Seiten parallel der Stammaxe durchschnitten und vom Holze dann vorsichtig losgelöst wird, wobei keine schräge oder quere Verwundung des Cambiums vorkommen darf, weil sonst abnorme Wundholzbildungen einträten. Wenn der Versuch in dieser Weise ausgeführt wird, dann bildet sich nach H. de Vries ein fast normaler und nur durch die Veränderung des Druckes gelockerter Holzbau, ferner sagt H. de Vries: „Der abgehobene Rindenstreifen ist vom entblösst gewesenen Holz durch eine dünne Callusschicht getrennt, welche gewöhnlich sowohl vom Holzkörper als vom Cambium aus gebildet ist. An weiteren Neubildungen hat sich das Holz nicht betheiligt. Ausserhalb der erwähnten Callusschicht liegt nun abermals eine Holzschicht, auf deren Aussenseite man das Cambium erkennt. Dieses ist das nach der Operation gebildete Holz. Auf Querschnitten betrachtet, zeigt es, wie zu erwarten war, den Bau, welcher dem unter sehr geringem Rindendruck entstandenen Holz eigenthümlich ist; die Gefässe sind zahlreicher und dementsprechend die Holzfasern weniger zahlreich als im normalen Holz, auch sind die Zellen zumal in radialer Richtung bedeutend weiter. Wichtiger ist die Untersuchung von Tangentialschnitten; diese zeigen, dass die Länge der Zellen überall die normale ist, und dass also keine Quertheilungen in den Cambiumzellen stattgefunden haben. Dass auch das relative Verhältniss der Elementarorgane, abgesehen von der grösseren Häufigkeit der Gefässe ein normales ist, ist dabei leicht einzusehen.“

In meinem Falle sind die grossen Gefässe nicht viele, dagegen viele Tracheïden, Parenchym und längstens kein Sklerenchym, Rindendruckänderung liegt nicht vor. Das Cambium bildet keinen zusammenhängenden neuen Holzring. Th. Hartig**) hat seinen Rindestreifen so weit vom alten Holzkörper getrennt, dass sich auch nach innen eine Korkschichte gebildet hat, nachdem die äussersten Theile abgestorben waren, so war der Rindestreifen rings von Kork eingeschlossen. Die Holzbildung ging nun in der Weise vor sich wie bei Rindelappen, die nur durch einen Längespalt entstanden und vom Holz abstehen†) also ganz anders wie bei meinem Fall. Gemeinsam ist Beiden nur die anfangs ausschliessliche Bildung von Gefässen. Th. Hartig hat an jener Stelle zuerst auf die grosse Bedeutung des Wundkorkes aufmerksam gemacht. In dem von mir geschilderten Falle scheint die Wundkorkbildung in der Cambialregion durch Trockenlegung des Holzkörpers in Folge der Verkernung, eventuell auch durch den Reiz des sog. Pilzferments und von flüssigen Zersetzungsproducten

*) Hartig, Th., Vollständige Naturgeschichte der forstlichen Culturpflanzen Deutschlands.

**) Hartig, Th., Vollständige Naturgeschichte der forstlichen Culturpflanzen Deutschlands. 1840.

†) Hartig, R., Die Baumkrankheiten. p. 135.

auf die Zellen des Cambiums hervorgerufen zu sein. Interessant ist auch der Fall, in dem an der Grenze todter Aststücke gegen gesunde das Holz verkernt und der Pilz sich von dem todten Ast auch in dem neuen Kernholz weiter verbreitet. In diesem Fall bildet sich auch eine Korkschicht in Bast und Rinde, welche den gesunden Ast gegen den todten Ast und im Zusammenhang eine, welche ihn gegen das neu verkernte Holz abschliesst. Auch in diesem Fall beginnt Meristembildung, indem alsbald Gefässe auftreten.

Ergebniss der Infectionen.

Wiewohl die ganze Biologie des Pilzes und die Art seines Auftretens in der Natur, seine verderblichen Wirkungen auf seine Wirthspflanze keinen Zweifel mehr liess, dass Cucurbitaria Laburni als sogenannter Parasit auftreten kann und häufig auftritt, so folgte ich doch dem Usus der Beweisführung des Parasitismus und machte künstliche Infectionen. Die Infectionen bestätigten meine Erwartungen. Es wurden Infectionen mit Mycel, verschiedenen Sporen und zu verschiedenen Zeiten ausgeführt. Die Mycel-Infectionen fanden in der Weise statt, dass mit dem Scalpell ein von Mycel durchwachsenes Holzsplitterchen aus der kranken Pflanze geschnitten und in eine genau passende Kerbe eines gesunden Cytisus eingelegt wurde. Die Infectionsstellen wurden stets mit Baumwachs zugeklebt, um einerseits andere Pilzsporen und Regenwasser abzuhalten, anderseits die Verdunstung und Vertrocknung zu hindern. Sporeninfectionen wurden ausgeführt, indem ich durch ein Scalpell einen Wassertropfen voll Askosporen oder Pyknogonidien durch schrägen Schnitt in das Astholz fliessen liess. Der Verschluss erfolgte ebenfalls durch Baumwachs.

Die Infectionsstellen zeigten sämmtlich Bräunungen, die sich besonders in den Gefässpartien auf dem Längsschnitte in schmalen Streifen weit auf- und abwärts erstreckten. Die Herbstinfectionen zeigten im Frühjahr eine Bräunung von 2 bis 6 cm. Eine Frühjahrs-Sporeninfection eine Bräunung von 10 cm im Herbste.

Die Sporen waren alle in kräftiges Mycel ausgewachsen, welches die nächsten Zellen durchwuchs. Pilzfäden waren bei den Mycelinfectionen auf 3 bis 4 cm nachzuweisen. So weit die Bräunung reichte, waren die parenchymatischen Zellen alle abgestorben.

In den Gefässen fand sich die gelbliche Masse ausgeschieden, wie bei Naturinfectionen. Auf einigen Mycelinfectionsstellen bildeten sich unter dem allmählich gelockerten Wachse Pykniden (No. 2). Auf der Schnittfläche eines abgeschnittenen Astes wurden Askosporen (es könnten auch Gon. 3 dabei gewesen sein) ausgesäet und von Sommer bis Herbst hatten sich Pykniden (No. 3) gebildet.

Verlauf natürlicher Infectionen.

Die Natur inficirt durch viele Hagelschlagstellen sehr gründlich und wohl auch wegen der gesteigerten Wasserbewegung im

Sommer zu einer Zeit, in der die Wirthspflanze am meisten durch die Zersetzungsflüssigkeit gefährdet ist.

Zur Beobachtung habe ich einige Cytisus-Stöcke auf meinem Balcon in Töpfen gehalten, welche von Cucurbitaria Laburni in charakteristischer Weise befallen waren. Den einen habe ich gezeichnet: Taf. II. Fig. 1 und will seine Leidensgeschichte nun beschreiben.

Am 6. December 1884 liess ich ihn bei warmem Wetter aus dem Garten nehmen, zeichnete ihn mir und notirte sein Aussehen. Er hatte 10 einjährige, grüne Triebe, 4 abgestorbene vorjährige Aeste, 4 bis 5 Hagelschlagstellen am Stamm und einige an den todten Aesten, welche nicht gänzlich überwallt waren. Fünf grössere gelbe Flecken zeigte der Stamm, von denen eben vier kleine Hagelschlagwunden hatten; ein wie die anderen in der grünen, gesunden, umgebenden Rinde isolirter Fleck aber hatte nicht die geringste Verwundung.

Die gelben Flecken todter Rinde waren erhaben gegen die gesunde Umgebung. Schnitte zeigten, dass ihre Zellen schon getrennt und von Pilzfäden durch- und umwachsen waren. Einige zeigten gelbe und schwarze Stromata, an anderen waren reife Pykniden der Cucurbitaria, wieder andere zeigten gar keine Fruchtpolster. Die todten Aeste, wie besonders der später abgebrochene No. 3 der Abbildung waren wenigstens im oberen Theile bedeckt von Perithecienpolstern, ebenso die Aeste an der Spitze, welche bald abbrachen.

Der Stock stand in ungeheiztem Zimmer bis Mitte Januar, dann in einem geheizten. Um diese Zeit begann die Rinde, welche bisher grün und saftig war, faltig und braun zu werden, von oben nach unten damit fortschreitend. Im Februar begannen sich die gelben Flecken zu vergrössern, und zwar hatte sich Fleck b abwärts und seitwärts vergrössert, während bereits der ganze Stock bis b abgetrocknet war. Im April nahm Fleck a nach aufwärts zu; nach abwärts auf der linken Bildseite erst im Sommer einige cm weit. — Ende April war der Stock bis a trocken und braun faltig. Der Rand der gelbbraunen todten Flecken grenzte gegen die gesunde, grüne Rinde als erhabener Wall nach aussen dunkelbraun, nach innen matt gelbbraun.

Im Sommer waren alte, todte, und grüne, abgetrocknete Zweige theilweise abgestossen, dagegen waren zwei untere Zweige, von denen ich nur den grösseren zeichnete in voller Belaubung und ermöglichten so einen Zuwachs im unteren Stocktheile, dass ihm der Pilz und die Verkernung in seinem Wachsthum von innen nach aussen nicht nachkommen konnte. So war der Theil unter dem gesunden Aste noch grün als ich die Zeichnung machte, im December 1885.

Einen zweiten Stock, der im oberen Theile dem ersten ähnlich war, nahm ich im äusserlich gesunden Theile ab. Die Schnittfläche zeigte, dass die Bräunung des Holzes noch nicht die äusseren Holztheile erreicht hatte. Sie wurde sofort mit Wachs verklebt. Schon Mitte Januar begann im kalten Zimmer eine ovale Stelle

sich zu bräunen und runzelig zu werden. Bis Mitte April war der Stock trocken bis zu einem gesunde Aste. Im August brachen Fusidienpolster das Periderm durch, etwa 10 bis 20 an der Zahl.

Qualität des Parasitismus.

Wenn wir uns fragen, in wie weit Cucurbitaria Laburni Parasit ist, müssen wir uns erst klar machen, was man unter einem Parasiten versteht.

Es gibt verschiedene Definitionen und Merkmale für Parasiten. So schreibt Dr. H. Mayr*): „Es bleibt für den Charakter eines Parasiten nur die Eigenschaft des aus der Spore keimenden Mycels übrig, in unverletzte, lebende Zellen eindringen und deren Inhalt bräunen zu können.“ An anderer Stelle etwa: „Pilze, welche in Bäumen wohnen, die durchaus aus Splintholz, also aus lebendem Holze bestehen, und deren vorzeitiges Absterben veranlassen, müssen wir als Parasiten bezeichnen.“

De Bary**) sagt: „Parasiten, Schmarotzer nennt man in der Biologie solche Lebewesen, welche auf oder in anderen Lebewesen Wohnung nehmen und sich von der Körpersubstanz derselben ernähren.“ An anderer Stelle†): „Nach der Ernährungs-Adaption unterscheidet man seit lange zwei Hauptkategorien, die einen, Parasiten, Schmarotzer genannt, ernähren sich von lebenden Organismen, Pflanzen oder Thieren. Sie stehen zu diesen in einem Verhältniss des Zusammenlebens, der Symbiose.“

Er unterscheidet: „Reine Saprophyten“ und „reine Parasiten“, von denen erstere nur von nicht lebenden organischen Körpern sich ernähren, letztere nur parasitisch (s. Definition) leben. Zwischen beiden werden alle Uebergänge gebildet durch die facultativen Parasiten und die facultativen Saprophyten, die einen Theil oder den ganzen Entwicklungsgang in saprophytischer, eventuell parasitischer Weise durchmachen können. Auch R. Hartig sagt p. 33 seines Lehrbuchs der Baumkrankheiten 1882: „Eine scharfe Grenze zwischen Parasiten und Saprophyten lässt sich nicht ziehen.“

Cucurbitaria Laburni gehört demnach zu den facultativen Parasiten, indem sie gewöhnlich auf todten Aesten vorkommt, auf ihnen zu üppiger Fructification gelangt und in Nährlösung wenigstens zur Bildung von Gonidien und Pykniden gebracht werden kann, dagegen bei Gelegenheit in blosgelegtes Holz lebender Pflanzen eindringen kann und, im Stamm sich weiter verbreitend, die Wirthspflanze zum Absterben bringt. Da das Mycel Zellwände durchbohrt, muss es an seinen Hyphespitzen ein Ferment ausscheiden, welches die Zellwand löst. Ein solches Ferment kommt auch den

*) Mayr, H., Polyporus betulinus und Polyporus laevigatus, zwei Parasiten der Birke. (Botan. Centralbl. 1884.)

**) de Bary, A., Vorlesungen über Bacterien. 1885.

†) de Bary, A., Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze. 1884.

holzzerstörenden Saprophyten zu. Inwieweit nun das Ferment des bereits in die Zelle eingedrungenen Pilzes die Zelle tödtet und inwieweit dieses Ferment etwa geeignet ist, mit Wasser in lebende Zellen einzudringen und die Zellen zu tödten, deren Zellwand vom Pilze nicht durchbohrt sind, ist nicht constatirt. Dr. Mayr*) nimmt die letztere Wirkung von der Zersetzungsflüssigkeit an nach dem Satze: „Wir sehen, dass, wenn der Pilz einmal ins Stamminnere gedrungen ist, die unter seiner Einwirkung aus Plasma, Zellinhalt und Zellstoff ausgeschiedene Zersetzungsflüssigkeit, welche regelmässig die Bräunung der befallenen Holzpartien veranlasst, theils durch ihr Gewicht, theils durch den Wasserstrom auf- und abwärts geführt wird. Dieselbe bedingt aber ein Absterben der Plasma führenden Zellen, und die Thätigkeit des nachfolgenden Pilzmycels ist von dem eines saprophytischen Mycels kaum mehr verschieden.“ Dass eine Fernewirkung auch bei Cucurbitaria Laburni vorliegt, ist nicht zweifelhaft, da die Pilzfäden bei künstlichen Infectionen nicht bis zu der äussersten Grenze der Bräunung zu verfolgen sind. Wir können demnach sogar annehmen, dass der Pilz an Hagelschlagstellen in die äusserste todte Holzpartie eindringt, die todten Zellinhalte weiter zersetzt, flüssige Zersetzungsproducte liefert und die Wandungen durchbohrt. Hinter den zersetzten Theilen wächst er nach und zehrt die Zersetzungsproducte theilweise auf. Ein solcher Pilz wäre dann nach der ersten Definition de Bary's Parasit und Saprophyt zugleich, nach der ersten Definition von Mayr Saprophyt. Ich kann nicht beweisen, dass Cucurbitaria Laburni ein solcher Pilz ist, aber ich habe nicht beobachtet, dass sie lebende Zellen ohne vorherige Bräunung durchwächst, und bei Infectionen werden ja stets durch den Schnitt oder Stich in Holz lebende Zellen zerrissen, gequetscht, kurz getödtet und gebräunt.

Wenn wir den Unterschied zwischen Parasiten und Saprophyten nur nach der Nahrung machen, dann kann man wohl Parasiten definiren als Pilze (ich spreche hier überhaupt nur von Pilzen), deren Mycel in lebende Zellen eindringen oder sich mit ihnen so nahe verbinden kann, dass es mit denselben die von diesen producirte oder ihnen von anderen Zellen zugeführte organische Nahrung aufnimmt und durch sein Ferment keine tödtliche Wirkung auf die Wirthszelle ausübt. Es hängt dann lediglich von der Nahrungsproduction oder -Zufuhr ab, ob die Wirthszelle am Leben bleibt, ob sie allmählich verhungert oder ob sie eines gesteigerten Wachsthums noch fähig ist. Alle drei Fälle kommen häufig genug in der Natur vor und finden sich bei de Bary beschrieben. Ich erinnere für den ersten Fall nur an die Flechten, für den zweiten an Uredineen, Erysipheen, für den letzten an Aecidium elatinum, Calyptospora Göppertiana, Exoascus-Arten u. a. m.

Die Saprophyten dagegen ernähren sich nur von organischen Substanzen, welche nicht mehr Bestandtheile lebender Zellen bilden.

---

*) Mayr l. c. p. 3.

Sie verzehren nur Zellwandtheile, Secrete und Bestandtheile todter Zellen.

In Bezug auf das Verhältniss gegen Wirthspflanzen können wir die Saprophyten trennen in solche, welche die Fähigkeit besitzen, durch Fermentwirkung oder auf mechanischem Wege Zellen zu tödten und dann die Bestandtheile der todten Zelle verzehren (I. Classe). Ferner in solche, welche die lebende Wirthspflanzenzelle auf indirecte Weise tödten oder wenigstens die todbringende Wirkung anderer Einflüsse befördern und die dann ebenfalls die todten organischen Substanzen verzehren (II. Classe). Dies kommt z. B. vor bei einem Theil des Mycels von Polyporus betulinus und beim Mycel der Cucurbitaria Laburni und anderer.

Doch möchte ich dieser Gruppe nicht solche Pilze zurechnen, die zwar Pflanzen zum Absterben bringen, die aber weder Hyphen in die Zellen dieser Pflanzen senden, noch sich von den todten oder lebenden Zellen derselben ernähren. So umwächst und erstickt z. B. Thelephora laciniata Pflänzlinge, nimmt ihre Nahrung aber aus dem Humus des Bodens auf. Eine derartige tödtende Wirkung kann nicht blos durch Pilze, sondern auch phanerogame Pflanzen und auch durch todte Körper hervorgebracht werden. Es spielen z. B. Ueberwachsungen und dadurch herbeigeführter tödtlicher Lichtentzug der einen Waldbäume durch andere eine Rolle in der Forstwirthschaft.

Die Saprophyten der dritten Classe wären die, welche organische Substanz verzehren, die nicht mehr durch ihre Zersetzungsproducte lebenden Zellen schaden kann, die meist ganz getrennt ist vom lebenden Wesen. Dies ist die Classe der für Lebewesen unschädlichen Saprophyten. Zu ihnen gehören die Humusbewohner, die Zerstörer des Bauholzes und viele andere. Es gibt nun Saprophyten, welche in allen Fällen zu der dritten Classe gehören, solche, die bald dieser, bald einer anderen angehören, und endlich solche, welche anfangs der einen, später einer anderen zugehören. So gehört z. B. Cucurbitaria Laburni der zweiten und dritten an, Nectria cinnabarina der ersten und dritten, Agaricus melleus der ersten und dritten, A. campestris der dritten allein, Polyporus betulinus der ersten, zweiten und wohl dritten.

Manche Pilze können, wie de Bary l. c. p. 409 für Sclerotinia Sclerotiorum näher ausführt, die Zellen der Wirthspflanzen nur tödten, wenn ihr Mycel bei schon todter Nahrung erstarkte, andere Pilze dagegen tödten im ersten Stadium ihrer Entwicklung Zellen, während das nachfolgende Mycel dies nicht thut, sondern die zersetzten Stoffe aufnimmt, wie es Mayr l. c. für Polyporus betulinus beschreibt. Doch ist wohl anzunehmen, dass dieses nachfolgende Mycel die Fähigkeit, Zellen zu tödten, nicht verloren hat. Zu den Parasiten rechnen wir Epi- und Endophyten, die sich aus den lebenden Zellen ernähren, selbst wenn die Wirthszellen schliesslich verhungern müssen.

Verbreitung der Cucurbitaria Laburni.

Werfen wir einen Blick auf das zu Anfang angeführte Litteratur- und Exsiccaten-Verzeichniss, so sehen wir, dass die Cucurbitaria Laburni nicht nur in verschiedenen Theilen Deutschlands häufig, sondern auch im übrigen Europa vielfach verbreitet ist. Wie oft dieselbe schädigend auf lebenden Pflanzen vorkommt, ist noch zu beobachten. Wo sie aber in so vernichtender Weise vorkommt wie im vorliegenden Falle, ist es wohl nöthig, an Maassregeln zu denken, die gegen diesen Feind des Goldregens anzuwenden sind.

Maassregeln gegen die Beschädigungen bei Hagelschlag und Infection der Cucurbitaria Laburni.

Bei Maassregeln gegen pflanzenschädigende Pilze unterscheidet man prophylaktische und direct gegen den schon vorhandenen Feind eingreifende, therapeutische.

Die ersteren sind meist von grösserer Bedeutung als die letzteren, nicht blos bei Pilzcalamitäten, sondern ebenso z. B. bei Insecten und anderen Calamitäten. Es handelt sich meistens darum, den Zustand der Prädisposition der Wirthspflanze für das Befallenwerden durch Pilze zu hindern. Man muss deshalb vor allem wissen, welche Verhältnisse das Eindringen der schädigenden Pilze erleichtern und ermöglichen. Bei Cucurbitaria Laburni haben wir es mit einem Pilz zu thun, welcher in Wunden des Holzes eindringt, die intacte Rinde aber nicht zu durchwachsen vermag. Wundstellen dürfen ihm also nicht geboten werden. Goldregen sollen deshalb nicht angebaut werden in notorischen Hagelstrichen, da Hagelschlagwunden viele geeignete Infectionsstellen bieten. Ebenso ist das Beschneiden der grünen Aeste zu vermeiden, oder es muss die Schnittwunde mit Baumwachs oder Theer sofort geschlossen werden.

Reine Pflanzungen von Cytisus Laburnum, wie sie in grösserer Ausdehnung wohl in Baumschulen vorkommen, sind zu vermeiden, da sonst die Gefahr vorliegt, dass wenn eine Pflanze befallen ist, die anderen angesteckt werden.

Findet sich der Pilz auf todten Aesten, so sind diese zu verbrennen und die Schnittwunde, mit der der befallene Ast vom gesunden noch ungebräunten Ast oder Stammtheil abgetrennt wurde, ist zuzustreichen. Wenn der Pilz aber einmal in lebende Pflanzen Eingang fand und über einige Pflanzen Herr wurde, so beeile man sich, diese Pflanzen mit der Wurzel auszugraben und womöglich unweit zu verbrennen, wobei darauf zu sehen ist, dass kein pilzbefallener Zweig zwischen den gesunden liegen bleibe. Häufiges Nachsehen, ob keine neuen Erkrankungen eingetreten sind, ist natürlich erforderlich, um seinen Maassregeln den gewünschten Erfolg zu sichern. Auf die Stelle, auf der Pflanzen zu Grunde gingen, wird man keine neue Pflanzung oder Saat be-

gründen, da oft der Ort die Prädisposition bedingt und keimungsfähige Pilzsporen auch noch vorhanden sein können.

Ein nicht seltener Fall der Infection ist der, bei dem die Infection von durch Kälte oder andere Ursachen abgestorbenen Zweigen und Knospen ausgeht, da es dem Mycel leicht ist, in die todten Theile einzudringen und von da in der bekannten Weise vorwärts zu kommen. Der Werth der Goldregenpflanzen dürfte uns leiten bei der Entscheidung, welche Maassregel anzuwenden sei.

An dieser Stelle will ich noch anführen, dass ich an dicken Stämmen niemals die Cucurbitaria Laburni fand, dass die grossen Krebsstellen der Rinde an älteren Stämmen vielmehr von einer Nectria herrühren. Auch verschiedene Hymenomyceten finden sich häufig an älteren Stämmen, doch ist ihr Verhältniss zur Wirthspflanze nicht untersucht.

Anhang.

Bei meiner Untersuchung der Cucurbitaria Laburni drängte sich meiner Betrachtung eine Gonidienform häufig auf von der Form der sogenannten Fusidien. Da dieser Pilz zuweilen neben Fruchtlagern der Cucurbitaria Laburni vorkommt, häufig auf absterbenden Aesten unter dem Periderm hervorwächst und sich im Feuchtraum auf Cytisus-Aesten einnistet, will ich ihn hier erwähnen. Es kommen ganz ähnliche Gonidienformen bei Nectria cinnabarina und Nectria Cucurbitula, auch bei anderen Pyrenomyceten vor, und so war es naheliegend, diese Form der Cucurbitaria zuzurechnen, doch wage ich dies erst jetzt zu thun, nachdem es mir gelungen ist, Aeste von Cytisus Laburnum mit diesem Fusidium in einem geschlossenen Glase zu inficiren und nach einigen Wochen auf denselben nicht blos Polster des Fusidiums, sondern auch solche von den Pykniden 1 und 3 aus dem Periderm des absterbenden Astes hervorbrechen zu sehen. Da die Gonidienform allen anderen vorauszugehen scheint, so dürfte sie mit der No. 1 in die Uebersichtstabelle aufgenommen werden, wodurch die anderen Gonidien in der Nummerirung um eins verschoben werden.

Das Mycel lebt im Holze von Cytisus Laburnum und wurde so von mir an abgetrockneten Aesten gefunden, welche keine Verkernung zeigten. Auf rothem Stroma erheben sich die Gonidienpolster, welche das Periderm durchbrechen. Auf einem Cytisus-Stock, der von Cucurbitaria Laburni befallen war, und den ich im Herbste soweit abschnitt als der äusserlich abgestorbene Theil reichte, traten im nächsten Juli auf der allmählich abgestorbenen Rinde eine Colonie von solchen Gonidien-Polstern auf. Im Keller entwickelten sich dieselben auf einem abgestorbenen Ast so

üppig, dass das weisse Mycel flockig aus den Peridermrissen hervorquoll.

Die Gonidien sind mehrzählig zusammengesetzt und zwar meist 5- bis 7zählig, doch kommen alle Formen bis zur einzelligen Gonidie vor.

Die einzelnen Zellen, welche die Gonidiengruppen zusammensetzen, können alle auskeimen in Nährgelatine oder Zuckerwasser nach 12 Stunden; es entsteht dann ein erhabenes, weisses, flockiges Mycelgeflecht, welches bei Zugabe von Wasser zu einem gelben Klumpen zusammensinkt, indem zahlreiche Gonidien gebildet werden. Die Gonidiengruppen sind cylindrisch bis sichelförmig und sehen in grösserer Menge ziegelroth aus.

Die Dimensionen sind folgende:

Eine Gruppen-Länge	30,4 μ	bei 5—6 Zellen
Eine Gruppen-Breite	0,4 μ	

Hierbei muss ich nochmals bemerken, dass die Grössen sehr verschieden sind, und dass man den Grössenangaben als systematischem Merkmal wohl überhaupt nicht zu viel Bedeutung beilegen darf.

Cucurbitaria Sorbi.

Wie schon angeführt, fand ich auf Sorbus Aucuparia eine Cucurbitaria, welche ich nicht für identisch mit Cucurbitaria Laburni halte. Die Askosporen scheinen durchgehends in grösserer Anzahl die Sporengruppen zusammenzusetzen als dies bei Cucurbitaria Laburni der Fall ist, die ganze Gruppe macht deshalb einen dunkleren, mehrzelligeren Eindruck. Die einzige Gonidienform hat ganz dieselben Gonidien wie Cucurbitaria Laburni (No. 1) aber in sehr grossen, derben Pykniden, welche schon für das blosse Auge in den grauschwarzen grossen Pykniden-Polstern deutlich zu sehen sind; sie durchbrechen das Periderm. In ihrem Innern sind einzelne Hügel weisser Hyphen, auf deren Oberfläche die Gonidien abschnürenden langen Träger ins Innere der Pyknide ragen.

Ich fand diese Cucurbitaria nur auf todten Aesten von Sorbus Aucuparia im Juni und August auf dem Grundnerhof des Herrn Dr. Merck bei Tegernsee in grosser Menge. Die Dimensionen sind folgende:

Perithecien im Durchmesser c. . .	500 μ
Sporen-Gruppen, Länge	24 μ
Sporen-Gruppen, Breite	8 μ

Erklärung der Tafeln.

Tafel I.

Fig. 1. Perithecium.
„ 2. Perithecium, Sporen ausstreuend.
„ 3. Paraphyse.
„ 4. Spore keimend.
„ 5 a, b, c, d, e, f. Askosporidesmen.
„ 6. Mycelbildung aus Askosporen.
„ 7. Askusspitze.
„ 8. Askus in Streckung.
„ 9. Askusspitze nach der Ejaculation.
„ 10. Die innere Membran des gestreckten Askus durchwachsende Keimschläuche aus Askosporen.
„ 11. Pyknide No. 3 a und b.
„ 12. Theil der Pyknide No. 3 a.
„ 13—28 incl. Ergebnisse der Aussaaten von Gonidien No. 3. Näheres im Texte.
„ 29. Mycelbildung in Objectträger-Culturen.
„ 30. Gonidien No. 1.
„ 30 a. Zur Zeit der Aussaat in Fruchtsaftgelatine.
„ 30 b. Nach 24 Stunden. 30 c. Nach 70 Stunden. 30 d. Nach 90 Stunden. 30 e. Noch später.
„ 31. Gonidien No. 2.
„ 31 a. Zur Zeit der Aussaat. 31 b. Nach 24 Stunden. 31 c. Nach 48 Stunden. 31 d. Nach 70 Stunden.
„ 32 a. Stroma mit Pykniden No. 1 b und einer Pyknide No. 2. $^{86}/_{1}$.
„ 32 b. Gonidienträger und Gonidien. $^{500}/_{1}$.
„ 32 c. Gonidienträger und Gonidien. $^{730}/_{1}$.
„ 33. Pykniden No. 1 c.
„ 34 a und b. Gonidien der Diplodia Cytisi.
„ 35. Fusidien.
„ 36. Pyknide der Cucurbitaria Sorbi.
„ 37. Askosporen derselben.

Tafel II.

Fig. 1. Cytisus Laburnum befallen von Cucurbitaria Laburni. Näheres im Text. $^{1}/_{10}$.
„ 2. Gesunder Seitenast am todten Stamm.
„ 2 a. Zeigt Perithecienpolster auf dem todten Theil.
„ 2 b. Derselbe grösser gezeichnet von innen, das gesunde Holz vom todten, pathologisch verkernten durch Wundkork getrennt.
„ 2 c. Querschnitt am unteren Abschnitt. Der Kork zieht von K bis O, wo er an das äussere Periderm anschliesst.
„ 3 a. Querschnitt durch einen vom Pilz befallenen Stamm, bei m und p zieht Kork hinein. Die dunkeln Partien von Holz, Bast, Rinde sind todt.
„ 3 b. Zeigt die Stelle m von 3 a in Loupenvergrösserung. 2 Sklerenchymbündel eingekorkt; Meristem und Kork schliessen gegen das todte Holz ab.
„ 4. Kork den Markstrahl durchziehend. a Seite des Querschnittes gegen den Bast.
„ 5 a. Hagelschlagstelle mit normalen Ueberwallungsrändern.
„ 5 b. Querschnitte bei 1, 2, 3 von 5 a.
„ 5 b. 1. Zeigt 5 isolirte Holzbündel an der Mitte der ganzen Wundstelle.
„ 5 b. 2. Ein freier Holzbündel.
„ 5 b. 3. Gewöhnliche Ueberwallung.
„ 6 m und n. Wundkork. Die helle Partie allein lebt noch. Isolirte Holzbündel durch Meristem vom Kork getrennt.
„ 7. Querschnitt. h gebräuntes Holz, c Kork, H neugebildetes Holz.

Druck von Friedr. Scheel, Cassel.